فسيولوجيا ومورفولوجيا الرياضى

وطرق القياس للتقويم

تأليف

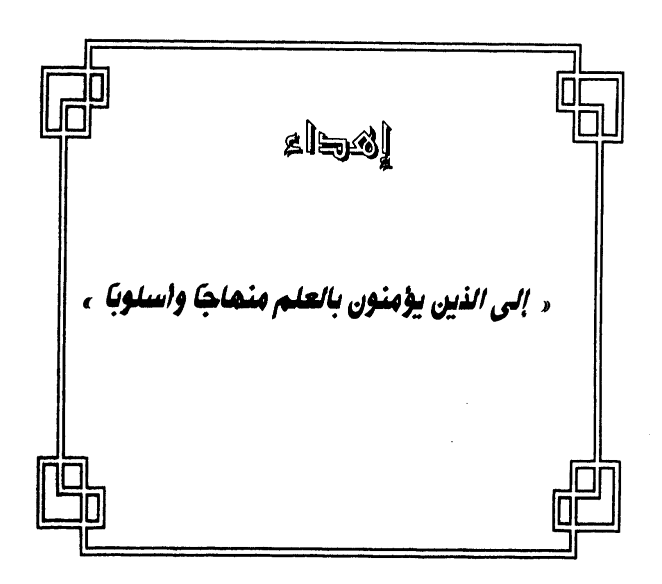
الدكتور
أبو العلا عبد الفتاح
أستاذ فسيولوجيا الرياضة
ورئيس قسم المواد الصحية
كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة
جامعة حلوان

الدكتور
محمد صبحى حسانين
أستاذ القياس والتقويم
وكيل كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة
للدراسات العليا والبحوث - جامعة حلوان

الطبعة الأولى
١٤١٧ هـ/ ١٩٩٧ م

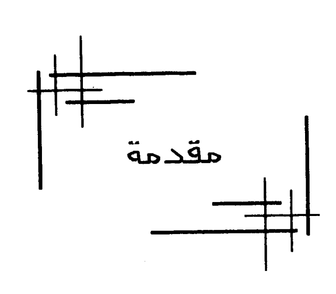
ملتزم الطبع والنشر
دار الفكر العربى
الإدارة : ٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر
ت : ٢٧٥٢٩٨٤ - ٢٧٥٢٧٩٤

٦١٧,١٠٢٧ أبو العلا أحمد عبد الفتاح.
ع ل ف س
فسيولوجيا ومورفولوجيا الرياضى وطرق القياس للتقويم / تأليف أبو العلا أحمد عبد الفتاح، محمد صبحى حسانين. ـ القاهرة : دار الفكر العربى، ١٩٩٧.
٤٥٣ ص: إيض؛ ٢٤ سم.
ببليوجرافية: ص ٤٣٧ ـ ٤٤٥.
تدمك: ٩ ـ ٠٨٨٨ ـ ١٠ ـ ٩٧٧.
١ ـ الفسيولوجيا. ٢ ـ المورفولوجيا.
٣ ـ الطب الرياضى. ٤ ـ إختبارات اللياقة البدنية.
أ ـ محمد صبحى حسانين، مؤلف مشارك.
ب ـ العنوان.



إهداء

« إلى الذين يؤمنون بالعلم منهاجاً وأسلوباً »



مقدمة

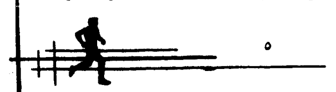
يدور موضوع هذا الكتاب تبعًا لنص عنوانه حول شرح وتفسير الجوانب الفسيولوجية والمورفولوجية للرياضى فى ضوء عمليات القياس بهدف التقويم، ويعنى هذا بمعنى أكثر شمولا مناقشة تأثير عمليات التكيف الناتجة عن التدريب الرياضى على أجهزة جسم الرياضى المختلفة سواء من الناحية الفسيولوجية أو الوظيفية، أو من الناحية المورفولوجية أو التغيرات البنائية لأعضاء وأجهزة الجسم المختلفة.

ولا يقتصر موضوع الكتاب على ذلك فقط . . ، بل يمتد ليشمل كيفية إجراء القياسات، وإصدار القرارات المناسبة الناتجة عن عملية تقويم نتائج هذه القياسات.

وبذلك لم يقتصر الكتاب فقط على تقديم المعلومة الفسيولوجية أو المورفولوجية البحتة ـ كما سبق لذلك الكثير من المراجع العلمية ـ أو مجرد سرد للاختبارات والقياسات المختلفة، وإنما قدم الكتاب تفسيرا متكاملا للمعلومات الفسيولوجية والمورفولوجية تحت تأثير الأحمال التدريبية وأساليب قياسها وتقويم نتائج هذه القياسات.

ويستمد هذا الكتاب أهميته فى كون لحظة ميلاده جاءت فى أكثر الأوقات مناسبة، فنحن الآن فى أصعب المواقف حاجة إلى عمليات التقويم الفسيولوجى والمورفولوجى فى ظل كثير من الموجات الشديدة الطارئة فى المجال الرياضى سواء على المستوى المحلى أو المستوى الدولى.

فعلى المستوى المحلى مازلنا نحتاج إلى وقفة لنتعرف على إمكاناتنا البدنية من الناحية الفسيولوجية والمورفولوجية، وهل يمكن بهذه الإمكانات سواء الموروثة



أو المكتسبة أن نحقق المستويات العالمية؟ وهل هناك تخصصات رياضية معينة تتناسب مع إمكاناتنا البدنية ويمكنا أن نحقق فيها مستويات عالمية فى الوقت الذى لا تساعدنا تلك الإمكانات البدنية لتحقيق نفس هذه المستويات فى أنشطة رياضية أخرى؟

وعلى المستوى الدولى الذى أصبح تضخم حمل التدريب الرياضى وزيادة شدته من أهم مميزات برامج التدريب الحديثة، مما يدعو إلى كثير من التساؤلات عن ما هى الحدود الفسيولوجية والمورفولوجية التى يمكن أن يتوقف عندها تطور زيادة حجم وشدة الأحمال التدريبية التى أصبحت تشكل خطرًا يهدد صحة الرياضى؟ وكيف نحافظ على وصول الرياضى إلى قمة الفورمة الرياضية من خلال عبوره فوق حاجز الخطر؟

لا شك أن فهم وتفسير نتائج القياسات المورفولوجية وتقويمها هو عامل الأمان الوحيد لذلك.

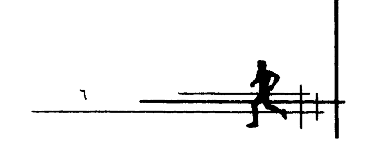
وبناء على ما سبق فقد حاول الكتاب مناقشة موضوعات الساعة الملحة كمشكلة القلب الرياضى والإيقاع الحيوى وقياسات الطاقة الحيوية وأنماط وتركيب وتكوين الجسم.

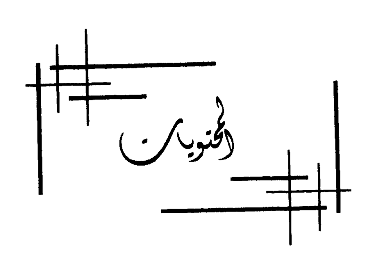
والكتاب جاء مناسبًا لكل العاملين فى المجال الرياضى ابتداء من طلاب وطالبات كليات التربية الرياضية على كافة المستويات وحتى الدراسات العليا، كما يفيد الكتاب الباحث الرياضى ويساعده فى تقديم التفسيرات المختلفة لنتائج القياس والتقويم؛ وكذلك المدرب الميدانى فى تقنين الأحمال التدريبية ودراسة تأثيراتها المختلفة.

ونرجو أن نكون بهذا الجهد المتواضع قد ساهمنا فى تقديم ما يفيد المكتبة العربية.

والله ولى التوفيق

المؤلفان





الفصل الأول

الجهاز الدورى

الفصل الثانى

الجهاز التنفسى

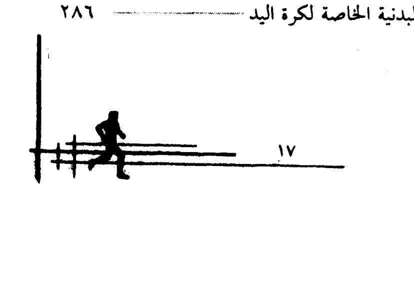
الفصل الثالث

الجهاز العصبى

الفصل الرابع

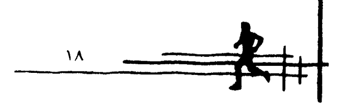
الطاقة اللاهوائية

الفصل الخامس



الفصل السادس

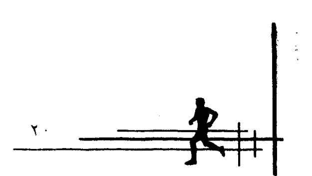
بناء الجسم وتكوينه

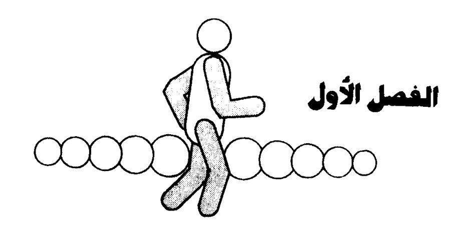


الفصل السابع

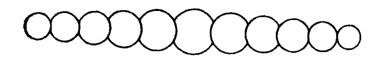
الإيقاع الحيوى

مراجع الكتاب





الجهاز الدورى



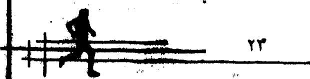
(١) مدخل :

يتكون الجهاز الدورى من القلب والأوعية الدموية، ويعتبر من أهم الأجهزة المسئولة عن نقل الأكسجين إلى جميع أنسجة الجسم وخاصة العضلات العاملة. فى إطار هذا المضمون يتضح مدى الحاجة إلى فهم وظائف هذا الجهاز للرياضيين.

ويعتبر القلب العضو الرئيس لهذا الجهاز، حيث يقوم بدور المضخة التى تدفع الدم إلى جميع أجزاء الجسم من خلال الأوعية الدموية. والقلب من أعضاء الجسم التى ترتبط ارتباطا وثيقا بالممارسة الرياضية والتدريب، وقد يكون هذا الارتباط القوى أحد مسببات ظهور وشيوع مصطلح «القلب الرياضى» خلال القرن الحالى.

ويعنى مصطلح «القلب الرياضى» أن القلب ذو صحة جيدة وإمكانات وظيفية على درجة عالية من الكفاءة وبخاصة عند ممارسة نماذج حركية رياضية تتميز بارتفاع شدتها.

ونظرًا للأهمية الوظيفية للقلب فى الحياة العامة والممارسة الرياضية بوجه خاص فقد اهتم العلماء بطرق تقويم كفاءة عضلة القلب من الناحية المورفولوجية «البنائية» والفسيولوجية «الوظيفية». وسوف نتناول فى هذا الفصل دراسة الخصائص المورفولوجية والحالة الوظيفية للقلب الرياضى . . . ، بالإضافة إلى بعض الاختبارات الوظيفية الميدانية للجهاز الدورى.



(٢) الخصائص المورفولوجية للقلب الرياضى :

أ ـ ظاهرة التمدد أو الاتساع Dilatation :

ظاهرة التمدد أو الاتساع dilatation من أهم خصائص القلب الرياضى. ويعنى هذا المصطلح اتساع تجويف العضو متضمنًا الأذينين والبطينين. إلا أن الاتساع يكون أكثر فى البطينين عنه فى الأذينين.

لم يستدل العلماء بعد على كيفية حدوث هذا الاتساع فى البطينين لدى الرياضيين، إلا أنه من المعروف حاليًا أن مسببات هذا الاتساع ترجع إلى نظام وشدة برامج التدريب الرياضى.

هذا ويجب ملاحظة أنه فى خلال ارتخاء عضلة القلب «الدياستول» يندفع الدم من الأذينين إلى البطينين ليملأ تجويفهما، وعند انقباض البطينين «السيستول» يندفع معظم الدم خارج القلب إلى الأوعية الدموية، ويتبقى جزء آخر من الدم يمثل مخزونًا احتياطيًا، وهذا يخالف ما كان يعتقده البعض فى الماضى، حيث كان يُعتقد أن القلب يدفع كل ما به من دم عند انقباض البطينين. هذا الجزء من الدم الذى يمثل المخزون الاحتياطى يستخدمه الرياضيون لزيادة الحجم المدفوع من الدم «الحجم السيستولى» أثناء العمل العضلى مما يرفع من إنتاجية القلب .. وهذا ما يميز الرياضيين عن غير الرياضيين فيما يتعلق بحجم الدم المدفوع من القلب [انظر شكل رقم (١)].

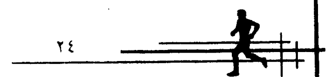
واستطرادا لهذه الظاهرة فإن هناك ارتباطا بين زيادة اتساع القلب الرياضى وزيادة حجم الدم الاحتياطى، حيث إن زيادة حجم الدم السيستولى (الدم المدفوع بدون الدم الاحتياطى) فى الأحوال العادية (غير الممارسة الرياضية) لايختلف لدى الرياضيين عنه لدى غير الرياضيين. وهذا يعنى أن القلب الرياضى يتميز بالقدرة على دفع كمية دم أكبر مقارنة بالقلب غير الرياضى أثناء النشاط البدنى (الدم المدفوع + الدم الاحتياطى) مع كل انقباضة لعضلة القلب، وتتجلى هذه الظاهرة بشكل خاص لدى لاعبى رياضات التحمل Endurance.

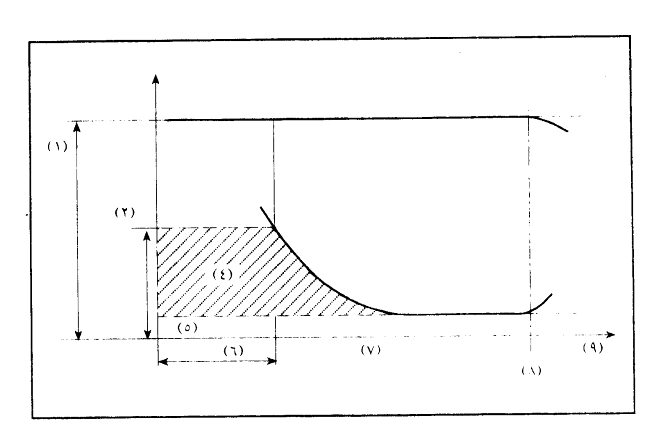
ب – حجم القلب الرياضى :

متوسط حجم القلب للرجال الأصحاء (غير الرياضيين) فى عمر من ٢٠ - ٣٠ سنة ٧٦٠ سم٣، وبالنسبة للإناث فى نفس العمر يبلغ المتوسط ٥٨٠ سم٣.

ويعرض الجدول رقم [١] أحجام قلوب الرياضيين فى بعض الأنشطة الرياضية.

ومن الجدول رقم [١] يلاحظ مدى ارتباط حجم القلب بنوع النشاط الرياضى التخصصى، وهى ظاهرة يتطابق فيها الجنسان. كما يلاحظ أن الممارسين لرياضات التحمل مثل الانزلاق، والدراجات، وجرى المسافات الطويلة .. وغيرها يملكون قلوبًا تفوق فى أحجامها أحجام قلوب أقرانهم من الممارسين لرياضات لاتتطلب التحمل بالدرجة الأولى مثل الملاكمة والمصارعة والألعاب وغيرها.





شكل رقم (١)

تغيرات أحجام الدم فى البطينين عند أداء الحمل البدنى مرتفع الشدة

عن : (Karpman and Others, 1978)

(١) السعة الدياستولية للبطينين.

(٢) السعة الوظيفية للبطينين.

(٣) حجم الدم السيستولى.

(٤) حجم الدم الاحتياطى.

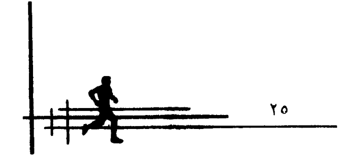
(٥) حجم الدم المتبقى.

(٦) حالة الراحة.

(٧) أثناء أداء الحمل البدنى.

(٨) الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

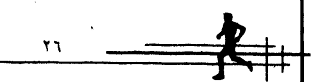
(٩) الشدة.



جدول رقم (١)

حجم القلب لدى الرياضيين فى أنشطة رياضية متعددة

نوع النشاط الرياضى	حجم للقلب (سم٣)		الحجم النسبى للقلب (سم٣/ كجم)	
	متوسط	انحراف معيارى	متوسط	انحراف معيارى
انزلاق على الجليد.	١٠٧٣	٤٢,٥	١٥,٥	٠,٤٧
الدراجات.	١٠٣٠	٢٠,٢	١٤,٢	٠,٣٧
الجرى (مسافات طويلة).	١٠٢٠	١٦,٣	١٥,٢	٠,٤٣
المشى الرياضى.	٩٧٠	٢٨,٥	١٤,٥	٠,٣٩
الجرى (مسافات متوسطة).	١٠٢٠	٤٠,٠	١٤,٩	٠,٤٦
السباحة.	١٠٦٥	٣٥,٠	١٣,٩	٠,٢٨
كرة الماء.	١١٣٩	١٧,٠	١٣,٤	٠,٨٩
كرة السلة.	١١٢٥	٣٠,٨	١٢,٩	٠,٢٦
الخماسى الحديث.	٩٥٥	١٦,٢	١٣,٥	٠,١٨
الملاكمة.	٩١٣	٣٦,٠	١٣,٧	٠,٣٨
المصارعة.	٩٥٣	٢٤,٢	١٢,٢	٠,٢٢
التنس.	٩٨٠	٤٦,٢	١٢,٨	٠,٣٦
العدو (انزلاق).	٩٣٥	٢٤,٠	١٢,٥	٠,٢٨
العدو (مسافات قصيرة).	٨٧٠	٣٤,٠	١٢,٥	٠,٥٤
الجمباز.	٧٩٠	٢٤,١	١٢,٢	٠,٢٥
رفع الأثقال.	٨٢٥	٢٥,٦	١٠,٨	٠,٢٥
الفروسية.	٨٣٣	٣٦,٠	١٢,٠	٠,٦١
الغطس.	٧٧٠	٢٧,٩	١١,٣	٠,٣٤
غير الرياضيين	٧٦٠	١١,٠	١١,٢	٠,١٧



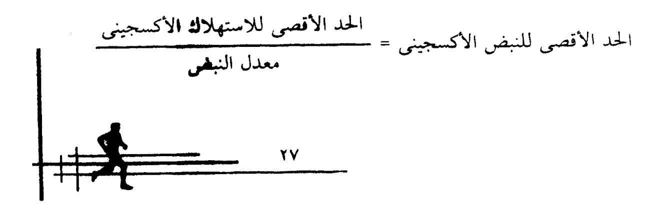
الرياضيون الممارسون لرياضات تتطلب القوة المميزة بالسرعة كمتطلب رئيس يملكون قلوبا لاتزيد أحجامها بدرجة كبيرة عن أحجام قلوب أقرانهم غير الخاضعين لبرامج تدريب. وهذه حقيقة تتفق مع النظريات العلمية، وتفسيرها أن الإنتاج الواضح للجهاز الدورى والمتبوع بإنتاجية الجهاز التنفسى يعتبر عاملا مهمًا فى رياضات التحمل، وعلى العكس من ذلك فإن إنتاجية الجهازين الدورى والتنفسى فى رياضات القوة المميزة بالسرعة لا يعادل مثيله فى رياضات التحمل، ويرجع ذلك لقصر فترة الأداء الرياضى كما هو الحال فى رفع الأثقال والجمباز.

تقل مساهمات الجهازين الدورى والتنفسى فى أنشطة القوة المميزة بالسرعة، ولا يلاحظ زيادة كبيرة فى حجم عضلة القلب، والعكس صحيح تمامًا فيما يتعلق برياضات التحمل . . .، لذا فإن ظاهرة اتساع القلب والحجم الكبير للقلب لا تعم كل الرياضيين ولكن فقط ترتبط بهؤلاء الذين يمارسون أنشطة التحمل.

جـ - مورفولوجية القلب بين الصحة والمرض:

هناك حدود معينة للتمدد الفسيولوجي للقلب الرياضى، حيث إن الزيادة المفرطة لتمدد القلب والتى تزيد عن ١٢٠٠ سم٣ (خروشيف) حتى لدى رياضى التحمل قد تؤدى إلى تحول التمدد الفسيولوجي إلى تمدد مرضى. حيث تعكس هذه الزيادة المفرطة فى التمدد القلبى نواحى مرضية فى عضلة القلب . .، والتى قد يكون أحد أسبابها التدريب الرياضى الخاطئ.

وللتفريق بين التمدد الرياضى لعضلة القلب والتمدد المرضى لها، فمن المفيد ربط هذه الظاهرة بمقدار الاستهلاك الأكسجينى أو الحد الأقصى للنبض الأكسجينى الذى يستخرج من المعادلة:



$$\text{الحد الأقصى للنبض الأكسجينى} = \frac{\text{الحد الأقصى للاستهلاك الأكسجينى}}{\text{معدل النبض}}$$

فإذا لوحظ خلال التـدريب الرياضى زيادة حجم القلب مقرونًا بزيادة الاسـتهلاك الأكسجينى فإن ظاهرة زيادة حجم القلب هنا تصبح ظاهرة فسـيولوجية طبيعية تعبر عن حدوث عمليات التكيف للحمل التدريبى.

أمـا فى حـالة حـدوث زيادة فى حـجم القلب مـقـرونة بعـدم حـدوث زيادة فى الاسـتـهلاك الأكـسـجـينى أو نقصـهـا فـإن زيادة حجم الـقلب هنا يمكن أن تكون ظاهرة مرضية سيتبعها انخفاض فى إنتاجية القلب.

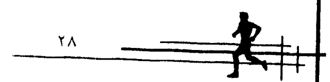
ويمكن تقـويم حـجـم الـقـلب باسـتـخـدام المقـاييس الانثـروبومـتـريـة Anthropometric measurements لتحديد ما يسمى بالحجم النسبى للقلب، حيث يتم قسمة حجم القلب بالسنتيمتر المكعب على وزن الجسم بالكيلوجرام.

$$\text{حجم القلب النسبى} = \frac{\text{حجم القلب (سم}^{٣}\text{)}}{\text{وزن الجسم (كجم)}}$$

وقـد وجد أن حـجم القلب النسـبى للرجـال حوال ١١,٢ سم٣/ كـجم، وللسيدات ٩,٨ سم٣/ كجم.

وتعتـبر ظاهرة التمـدد الفسيـولوجى لعضلة القلب لدى الرياضـيين كثـيرة التغيـر، حيث ثبت إمكانية حدوث زيادة فى حجم القـلب خلال الموسم التدريبى الرياضى من ١٥ ٪ إلى ٢٠ ٪.

كما أن ظاهرة زيادة حجم القلب عادة ما ترتبط بسمك جدار عضلة القلب. كما أن مـصطلح التضخم Hypertrophia يعـبر عمـا حدث من زيادة فى حـجم عضلة القلب كظاهرة فسيولوجية طبيعـية (فى غير الأحوال المرضية المشار إليها من قبل) لدى الرياضيين، فتضخم عـضلة القلب لدى الرياضيين يماثل ما يحدث من تـضـخم (زيـادة الكتـلــة العضـليـة) فى أى عـضلة أخرى فى الجـسم، وهو فى ذلك - التضخم - له مـيكانيكية خاصة توفر زيادة كـفاءة العضو، فتضـخم الجهاز العضـلى لـدى الريـاضيين نتيـجـة للتدريب الريـاضى المقنن أحد الأمثلة الواضحة لذلك . . ، وهكذا يجب أن ننظر إلى تضخم عـضلة القلب على أنه تضخم مماثل لما يحدث فى العضلات الأخرى فى الجسم (تبعا لقانون المقطع الفسيولوجى).



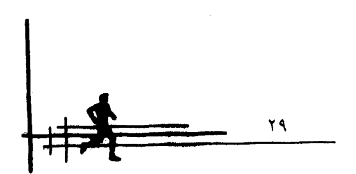
وتأتى بيولوجـية التضـخم القلبى لدى الرياضيـين الذين يخضعـون لبرامج تدريب عالية الشدة (بالمقارنة مع حالة الراحة) نتيجة لكون القلب لديهم يدفع ثلاثة أضعاف كمية الدم المعتادة فى لحظة الانقباض، ولذلك فعند أداء عمل يتطلب زيادة فى سرعة الـدورة الدموية فإن انقباض عـضلة القلب يجب أن يزيد، وهذه الزيادة فى قـوة انقباض عـضلة القلب ترجع إلى النمـو أو التضـخم الحادث فى عـضلة القلب.

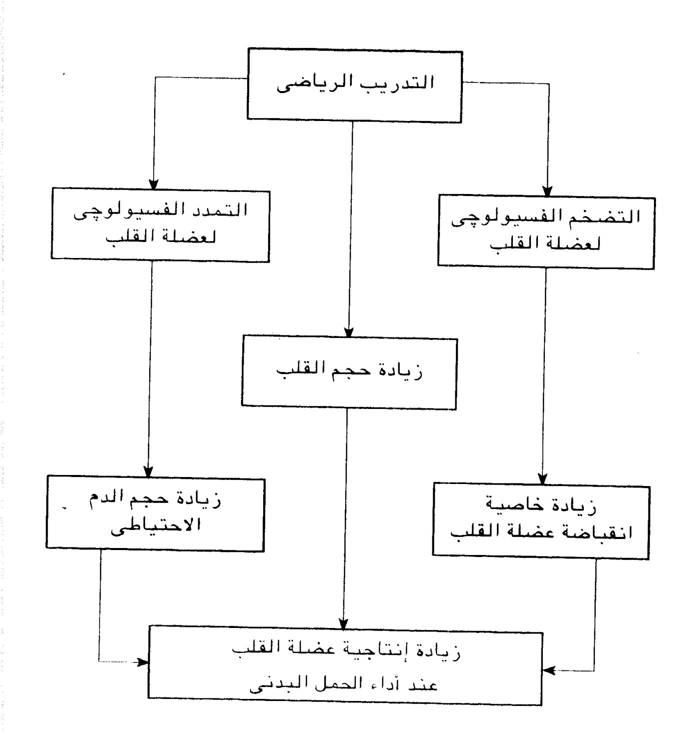
ويصاحب التضخم الوظيفى لعضلة القلب زيادة فى شبكة الشعيرات الدموية فيهـا، حيث يسهل ذلك من عمـلية مد عضلة القلب بحـاجتها من الأكـسجين، وبفضل ذلك لا تعانى أجزاء عضلة القلب من نقص إمداد الأكسجين.

ويوضح الشكل رقم (٢) تـأثير التـدريب الريـاضى على عـضلة القلب من حيث زيادة التمـدد الفسيولوجى والتـضخم الفسيـولوجى مما ينتج عنه زيادة حجم القلب.

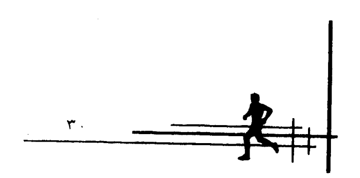
ويؤثر التـمدد الفسـيولوجى للـقلب فى اتجاه زيادة حـجم الدم الاحتـياطى بالبطينين الذى يساعد على زيادة حجـم الدم المدفوع من القلب أثناء النشاط البدنى مما يزيد من فاعلية عمل الجهاز الدورى.

كمـا يساعد التضـخم الفسيولوجى لعـضلة القلب أيضًا على زيادة إنتاجـية القلب، وبهذا يـتضح أن عمليـات زيادة حجم القلب لدى الرياضـيين تعتـبر من العمليات المركبة من الجانب الوظيفى والجانب البنائى أيضًا.





شكل رقم (٢)
تأثير التدريب الرياضى على حجم القلب وإنتاجيته
عن : (Karpman and Others. 1978)



د ـ علاقة حجم القلب بالكفاءة البدنية :

يوضح الجدول رقم (٢) مقارنة بين الرياضيين وغير الرياضيين فى حجم القلب وعلاقته بالكفاءة البدنية.

جدول رقم (٢)

مقارنة حجم القلب بمستوى الكفاءة البدنية

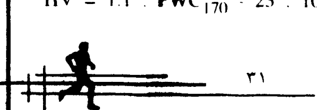
العينة	حجم القلب المطلق		حجم القلب النسبى		الكفاءة البدنية	
	سم٣		وحدة القياس		كجم / دقيقة	
	متوسط	انحراف معيارى	متوسط	انحراف معيارى	متوسط	انحراف معيارى
رياضيون.	٩٨٠	١٧,٨	٧١	١,٧٨	١٥٢٠	٢٦,٦
غير رياضيين.	٨٠٠	٢٩,٠	٥٥	٢١,٠	١٠٣٥	٤٩,٨

ويتضح من الجدول (٢) أن حجم القلب لدى الرياضيين يزيد عن مثيله لدى غير الرياضيين بأكثر من ٢٢ ٪، ويـزيد بالنسبة لحجم القلب النسبى (حجم القلب وعـلاقتـه بطول ووزن الشخص) أكـثـر من ٢٩٪. وكذلك يلاحظ زيادة الكفـاءة البدنية بالنسبـة للرياضيين عن غير الرياضيـين بحوالى ٤٧٪. وبناء على ذلك فإن الرياضيين الذين يتميزون بزيادة حجم القلب يتميزون أيضًا بكفاءة بدنية عالية.

وبناء على دراسـة تحليل الارتباط بـين مسـتوى الكفـاءة البدنيـة PWC_{170} وحجم القلب بالنسبة للرياضـيين ذوى المستويات والتخصصات الرياضـية المختلفة فقد أثبت (بوريسوفا) وجود علاقة ارتباط موجبة عالية، حيث بلغ معامل الارتباط ٦٢, ٠، ويمكن إيجاد العلاقـة التقريبية بين حجم القلب والكفـاءة البدنية حسب المعادلة الآتية (بوريسوفا ١٩٦٧م) :

حجم القلب (HV) = ١,١ × PWC_{170} ـ ٢٣ × ١٠ ^٥^ $(PWC_{170})^{٢}$ ـ ١٤٠

$$HV = 1.1 \cdot PWC_{170} - 23 \cdot 10^{-5} (PWC_{170})^2 - 140$$



أما بالنسبـة لحجم القلب النسبى فيمكن حسـابه تقريبًا **تبعًا** للمعـادلة التالية **(بوريسوفا ١٩٦٩م)**:

حجم القلب النسبى (RHV) = ٠,٠٣٥ × PWC_{170} + ١٧,٥

$$RHV = 0.035 \ . \ PWC_{170} + 17.5$$

وبناء على ذلك؛ فإنه كلما زاد حجم القلب زاد مستوى الكفاءة البدنية، أى وجود علاقة طردية بين حجم القلب والكفاءة البدنية.

(٣) الخصائص الوظيفية للقلب الرياضى :

أ ـ مدخل :

يتم تشخـيص تضخم عـضلة القلب عادة بالنسـبة للرياضيـين بواسطة رسم القلب الكهربائى Electrocardiography، أو عن طريق تخطيط القلب التوجـيهى Vectorcardiography . فى هذه الطرق يكون الاعـتماد علـى التغيـر القليل الذى يحدث فى النشاط الكهربائى للقلب عند عمليات التضخم، حيث يتضح ذلك فى رسم القلب الكهربائى عندما يزيد حـجم السعة QRS والتى تعبر عن عـملية فقد استقطاب عضلة القلب Depolirization. وتكشف طريقة رسم الـقلب الكهربائى التضخم الواضح أو فى حالة وضوحه، ولكنهـا لاتظهر هذا التضخم عندما يكون فى بدايته . . . ، لذلك فإن طريقة تخطيط الموجـات فوق الصوتية -Ultrasonogra phy Echocardiography للقلب تعتـبر أحدث وأفضل لكـونها تكشف عند بداية حدوث التضخم، وهذا ما لاتستطيعه طريقة رسم القلب الكهربائى.

وكما أوضحنا من قبل فإن ظاهرة التضخم فى قلوب اللاعبين الرياضيين قد سـجلت بوضـوح باستـخـدام رسم القلب فى أكـثر من نصف الـرياضيـين ذوى المستويات العالية وفى مختلف الأنشطة الرياضية.

ولقد كان من المثـير إجراء دراسات على قلوب الرياضـيين اللذين ماتوا فى بعض الحوادث الرياضيـة، فتبين أن أوزان قلوبهم تزيد عن المعدل الطبـيعى بمقدار ٥٠٠ جرام.

وإذا زاد تضخم القلب بشكل مفـرط فإن نسبة عدد الشعـيرات الدموية إلى العناصر الانقـباضيـة تنخفض، ويظهر احـتياج نسبى للأكـسجين لأجـزاء عضلة القلب، وهذه ظاهرة سلبية يمكن أن تؤدى ـ إذا استفحلت ـ إلى الموت.

مما سبق يتـضح أن التضـخم فى عضلة القلب لدى الأفـراد العاديين (غـير الرياضيين) يعتبـر حالة مرضية، كما أنه يعتبـر كذلك لدى بعض الرياضيين إذا لم يصاحب التضـخم زيادة فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكـسجين . . ، وهذا يرجع إلى التدريب الخاطئ أو مع ظهور بعض الأمراض.

وهناك العـديد من الطرق لتقـويم الحالة الوظيـفيـة للقلب لدى الرياضيـين للتعرف على العمليـات الكهربائية الحيوية والوظائف الانقباضـية والظواهر الصوتية لعضلة القلب، ومن هذه الطرق رسم القلب الكهربى، ورسم القلب المتعدد Poli-cardiograph . . ، وفيـما يلى توضيح لاسـتخدامات رسم الـقلب الكهربائى فى مجال الرياضة.

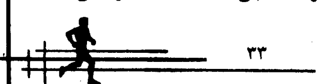
ب ـ رسم القلب الكهربائى Electrocardiograph :

١ ـ ماهية رسم القلب الكهربائى :

تستخـدم طريقة رسم القلب الكهربائى بصـفة أساسية فـى المجال العلاجى بالمستشفيات كوسيلة تشخيصية للتكهن بالاتجاه الذى قد يتخذه المرض، إلا أن هذه الطريقة لا تقتصر استخداماتها على ذلك، ولكن تسـتخدم أيضًا خارج المستشفيات كوسيلة لكثير من الدراسات العلمية، منها دراسات القلب على الرياضيين.

ويسـمى رسم القلب الكهربائى المسـجل Electrocardiogram، أما الجـهاز الذى يمثل أداة القياس لرسم القلب فيسمى Electrocardiography.

ويعود الفـضل فى اكتشاف هذه الطريقـة وغيرها من طرق تسجـيل ودراسة النشاط الكهربائى الحيوى إلى العالم الإيطالى جالفانى Galvani عام ١٧٩١م الذى اكتـشف أن الأنسجـة الحيـة يمكنها إنتـاج تيار كهـربائى إذا ما تمت اسـتثـارتها. واسـتكمل بعد ذلك نفس الفكـرة العالمان الألمانيـان كوليكر ومـولر Kolliker & Muller منذ أكـثر من مائـة عام، حيث توصـلا إلى أن التيـار الكهربائـى يحدث



بطريقة إيقاعية مع كل انقباضة لعضلة قلب الحيوان، أما العالم والير Waller عام ١٨٨٧م فيعتبر أول فرد أمكنه تسجيل نشاط القلب الكهربائى من على سطح جسم الإنسان، واستطاع الألمانى «أينشوفن» أن يدخل بعض التعديلات على طريقة تسجيل رسم القلب الكهربائى، وكان ذلك فى عام ١٩٠١م.

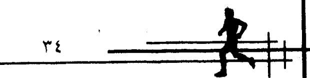
وفى الوقت الحالى يتم نقل رسم القلب الكهربائى عن بُعد باستخدام موجات FM وكذلك تليفونيًا، كما أمكن تسجيل وتخزين رسم القلب الكهربائى على شرائط ممغنطة بواسطة الحاسب الآلى (الكمبيوتر).

٢ ـ أسس فكرة رسم القلب الكهربائى :

القلب: عضلة مكونة من مجموعة ألياف عضلية، وكل ليفة عضلية لها خاصية الشحن الكهربائى، ومع كل ضربة من ضربات القلب تتحرك موجة كهربائية بسرعة خلال تلك الألياف . . ، وعند حدوث ذلك يحدث عدم توازن للشحنة الكهربائية خارج غشاء الألياف العضلية لعضلة القلب، وبمجرد مرور الموجة الكهربائية خلال عضلة القلب فإن ملايين الخلايا تولد تيارًا كهربائيًا فى الصدر، هذا التيار الكهربائى يمر حتى يصل إلى سطح الجلد ويؤدى إلى حدوث فروق فى الفُولت الكهربائى يمكن قياسها بين زوج من الإلكترونات توضع فوق أى نقطتين على الجسم.

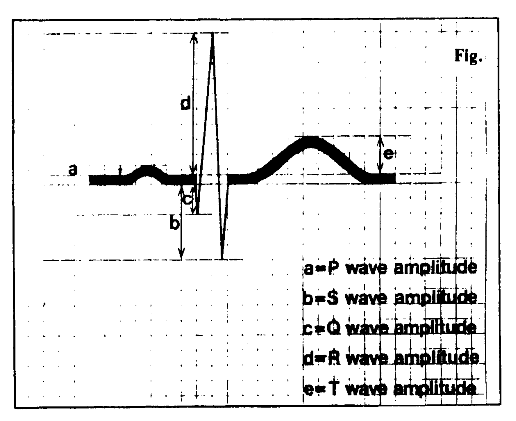
وعند بداية كل ضربة قلب تبدأ الاستثارة من العقدة السينية المنظمة للعمل Pacemaker Sinus node الموجودة أعلى الأذين الأيمن. وهذه الاستثارة تمر فى شكل موجة خلال جدار الأذينين، ويمكن تسجيل هذه الحالة على رسام القلب الكهربائى على شكل موجة أطلق عليها أينشوفن اسم الموجة **(P)** أى P - wave، ويتبع ذلك بعض التأخير عندما يتم استقبال الموجة فى الجزء العلوى من البطينين عند العقدة الأذينية البطينية A - V node . . ، وهذه الحالة ترسم على الورق فى شكل خط مستقيم.

يلى ذلك حدوث انتشار سريع للموجة الكهربائية المنبهة خلال جدار عضلة القلب فى البطينين من خلال «حزمة هيز» His bundle، وفى هذه الحالة فإن



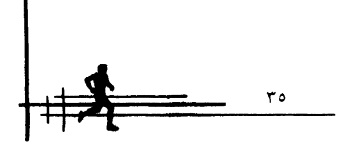
استثارة البطينين تسبب انحرافا حادا وكبيرا (يبلغ حوالى ١ ـ ٤ من الألف ڤولت)، وهذا الانحراف المسجل على شريط رسم القلب الكهربائى يسمى (QRS).

وبمجرد ذهاب الموجة المثيرة من البطينين تنقبض عضلة القلب لتدفع الدم، ثم تعود الشحنات الكهربائية للخلية العضلية إلى حالتها الأولى، وخلال ذلك يتم تسجيل موجة مستديرة أخرى تسمى (T). والشكل رقم (٣) يوضح شكل الموجات والمراحل.



شكل رقم (٣)
شكل الموجات ومراحلها
عن : (Prineas and Others, 1984)

(a) **سعة الموجة** (P).
(b) **سعة الموجة** (S).
(c) **سعة الموجة** (Q).
(d) **سعة الموجة** (R).
(e) **سعة الموجة** (T).



٣ ـ تسجيل رسم القلب الكهربائى :

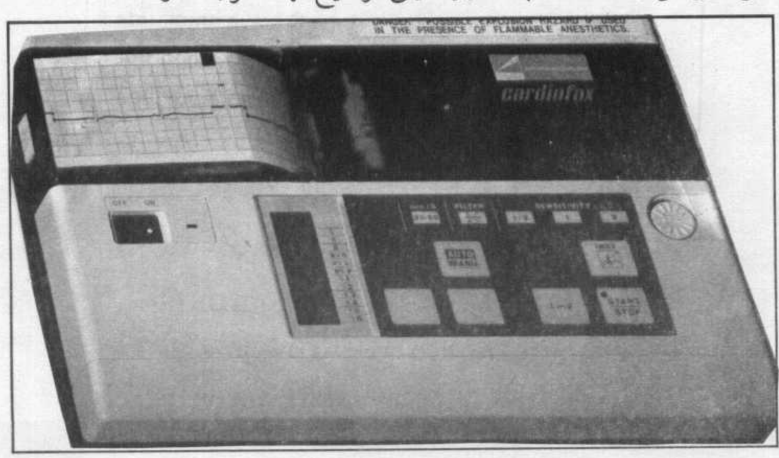
يتم تسجيل رسم القلب الكهربائى بواسطة جهاز رسم القلب عن طريق إلكترودات خاصة توضع إما على الصدر أو الأطراف.

ثقوم هذه الإلكترودات بنقل التيار الكهربائى إلى الجهاز الذى يقوم بدوره بتقوية وتسجيل النشاط الكهربائى [انظر الشكل رقم (٤)].

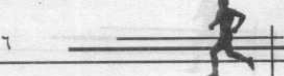
كما يمكن تسجيل النشاط الكهربائى أثناء أداء الأنشطة الرياضية، وفى هذه الحالة تستخدم أجهزة خاصة تقوم بإرسال إشارات نشاط القلب الكهربائى عن طريق الراديو ومن على مسافات وبدون استخدام الأسلاك بين اللاعب والجهاز مما يسمح للاعب بحرية الحركة. ولايزيد وزن جهاز الإرسال الحديث عن ١٠٠ جرام مما يسهل استخدامه أثناء المنافسة وأثناء التدريب أيضًا.

ويسجل رسم القلب الكهربائى على شريط خاص من الورق أو على شريط فيلم، ويلاحظ على رسم القلب وجود تموجات تفصل بينها مسافات تأخذ رموز P, Q, R, S, T.

ومن خلال دراسة العلاقة بين هذه الموجات والمسافات التى بينها يمكن الحكم على كثير من وظائف القلب.، وفيما يلى توضيح لهذه الموجات والمسافات.



شكل رقم (٤)
جهاز رسم القلب الكهربائى (ECG)



ـ **الموجة** P. (P. wave) :

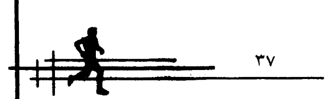
فى بداية كل ضربة للقلب تبدأ الاستثارة فى الانتشار من العقدة السينية (SA) node الموجودة بالجزء الأعلى للأذين الأيمن، وتمر الاستثارة على شكل موجة خلال الأذين، وبناء على فروق الجهد بالفولتات بين مسافات النقط على الجلد يسمح بتسجيل هذه الفروق فى شكل ارتفاع ثم انخفاض يسجل على شريط تسجيل رسم القلب الكهربائى المتحرك تحت إبرة التسجيل بسرعة معينة تغطى زمن استمرار هذه الموجة الذى يتراوح عادة ما بين ٠,٠٦ إلى ٠,١٢ ثانية بمتوسط قدره ٠,٠٨ ثانية، كما أن ارتفاع هذه الموجة والذى يسمى السعة Amplitude، يمثل مقدار فرق الجهد الكهربائى الذى تم فى الأذينين والذى يقاس بالملّى فولت ويكون فى حدود ٠,٣ ملّى فولت. [انظر الشكل رقم (٥ ـ أ، ب، جـ)].

ـ **مرحلة** PR :

مرحلة PR هى الخط المستقيم الذى يلى الموجة P ويقع بين بداية الموجة P وبداية المركب QRS، وخلال هذه الفترة الزمنية تمر الموجة الكهربائية بالأذينين إلى العقدة الأذينية البطينية A - V node والحزم الأذينية البطينية A - V bundles، ويتراوح مدى زمن هذه الفترة من ٠,١٣ إلى ٠,١٦ ثانية . . . ، [انظر الشكل رقم (٥ ـ جـ، ٥ ـ د)].

ـ **المركب** QRS :

وهو عبارة عن مجموعة الانحرافات أو الموجات السلبية والإيجابية المصاحبة لحالة فقد الاستقطاب فى البطينين Ventricular Depolarization، وهى تقاس ابتداء من الموجة Q إلى نهاية الموجة S، وفى نفس هذا التوقيت تتم إعادة استقطاب الأذينين Repolarization، ويبلغ متوسط زمن هذا المركب ٠,٠٨ ثانية، ويتراوح مداه ما بين ٠,٠٦ إلى ٠,١٠ ثانية، كما تبلغ سعة الموجة **R أكثر** من ٢,٥ ملّى فولت، [انظر الشكل رقم (٥ ـ هـ)].



ـ المقطع ST (ST Segment) :

وهو عبارة عن الجزء الواقع بين نهاية الموجة S، وبداية الموجة T، وعادة ما يستمر هذا المقطع حوالى ٠,٠٨ ثانيــة، وانحراف هذا المقطع لأعلى أو لأسفل قد يدل على حـدوث ضــرر بعـــضلة القلب أو شد على البطينين . . ، [انظر الشكل رقم (٥ ـ و)].

ـ الموجة T :

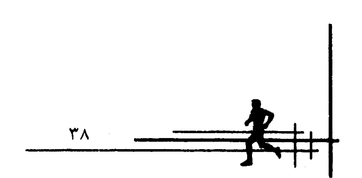
وهى عــبارة عن الانحـراف الإيجابى الذى يأتى بعـد المركب QRS، ويبلغ متوسط زمن هذه الموجــة ٠,١٦ ثانية، كما تبلغ سعتهــا حوالى ٠,٣ ملّى فولت . . [انظر الشكل رقم (٥ ـ ٢)].

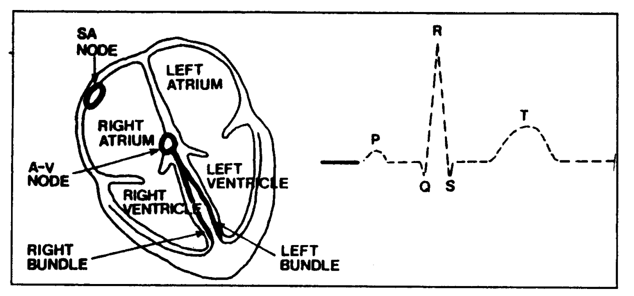
ـ المرحلة OT :

وهى عبارة عن المرحلة من بداية المركب QRS إلى نهاية الموجة T، وتنسب هذه المرحلة عادة إلى الانقــباض الكهربائى Electrical Systole، ويبلغ زمن هذه المرحلة حوالى ٠,٣٦ ثانية عندما يكون معدل القلب ٧٠ ضربة / دقيقة . . [انظر الشكل رقم (٥ ـ ٢)].

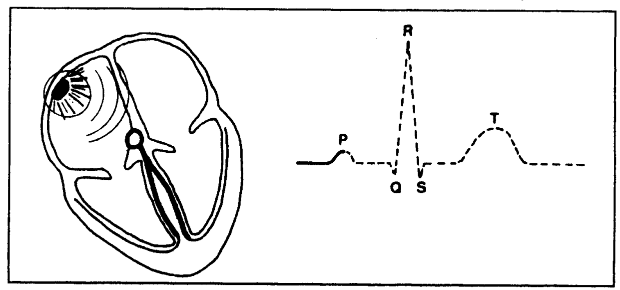
ـ المرحلة R - R :

تعتبر المســافة بين الموجة R والموجة R فى الضربة التالية هــى الفترة الزمنية التى يتم فيها حدوث انقباض عضلة القلب.

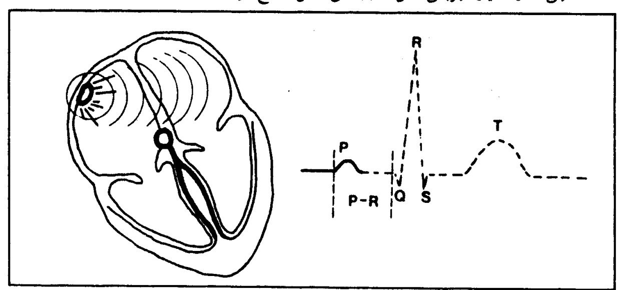




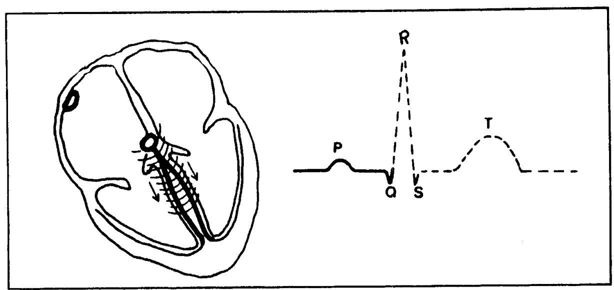
(٥ ـ أ) بداية ضربة القلب العادية بواسطة العقدة SA) node) من الجزء الأعلى فى الأذين الأيمن.



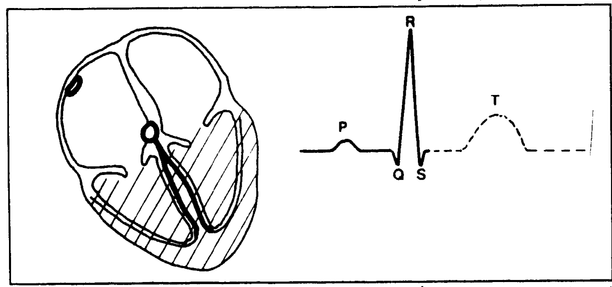
(٥ ـ ب) مرور موجة الاستثارة خلال كلا الأذينين مما يؤدى إلى تنشيطها للانقباض وتؤدى عملية التنشيط إلى حدوث تيار كهربائى يمكن تسجيله فى شكل ارتفاع الموجة (أ).



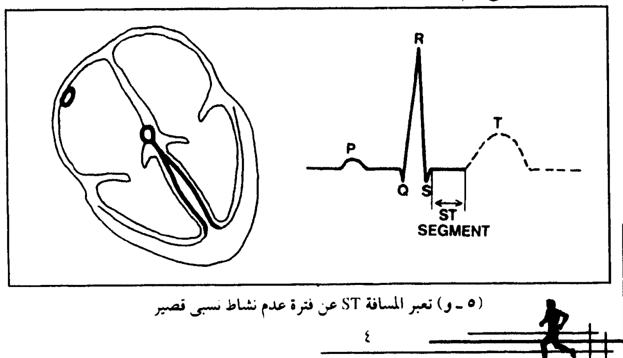
(٥ ـ جـ) وصول الموجة الكهربائية للتنشيط إلى العقدة الأذينية البطينية atrioventricular (A - V) node والتى تقع بين الأذينين والبطينين،وينتج عن ذلك فترة تأخير ويعبر عنها بالمسافة P - R التى تشمل الموجة P بالإضافة إلى فترة التأخير فى العقدة الأذينية البطينية



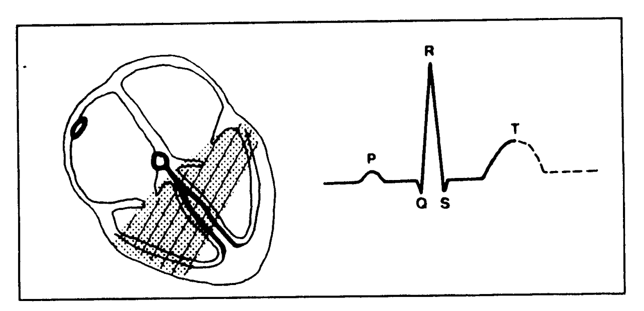
(٥ ـ د) انتشـار الاستثـارة من العقدة الأذينيـة البطينية خلال حـزمة هيس Bundle of His بين كـلا البطينين وتنشيط هذه الألياف العضلية.



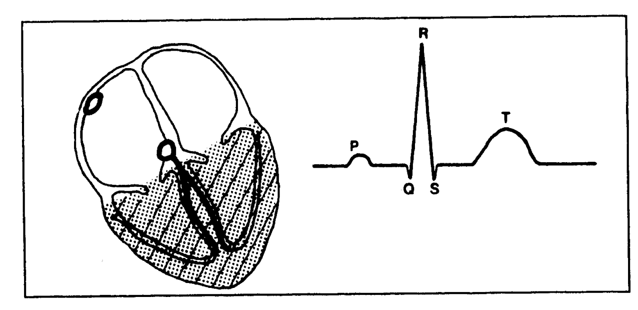
(٥ ـ هـ) انتشار الاستثارة خلال الأليـاف العضلية لكلا البطينين ويعبر عنه بالموجة QRS ويلى ذلك انقباض البطينين وضخ الدم.



(٥ ـ و) تعبر المسافة ST عن فترة عدم نشاط نسبى قصير



(٥ ـ ز) تظهر الموجة T كموجة استشفاء عضلة القلب لإعادة شحن عضلة القلب recharging.



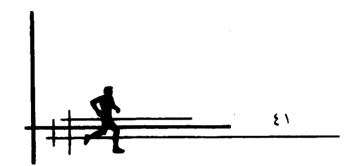
(٥ ـ ح) استكمال الموجة T استعداداً لبداية ضربة جديدة من ضربات القلب.

شكل رقم (٥)

تسلسل النشاط الكهربائي لعضلة القلب كما يعبر عنه رسم القلب الكهربائى

(نشاط الأذينين والبطينين)

عن : (Prineas and Others,1982)



جـ ـ مؤشرات رسم القلب لدى الرياضيين :

١ ـ معدل القلب :

يمكن تحديد معدل القلب فى الدقيقة عن طريق استخدام المعادلة التالية :

$$\text{معدل القلب فى الدقيقة} = \frac{٦٠}{\text{المسافة بين R - R بالثانية}}$$

وحينما يكون إيقاع عمل العقدة السينية طبيعيًا فإن تسجيل القلب الكهربائى ECG يوضح تساوى الفترات البينية R - R، إلا أنه يلاحظ لدى بعض الرياضيين تذبذب هذه الفترة البينية (شكل رقم (٦))، ويرتبط هذا التذبذب فى دورة القلب أساسـاً بالتنفس حيث يقل زمن دورة القلب تدريجيًا (يزيد معدل القلب) أثناء الشهيق. ويحدث العكس أثناء الزفير فيحدث بطء فى دورة القلب ويقل معدل القلب. . ، وتسمى هذه الظاهرة «عدم الانتظام التنفسى» Arthmia Respiratoria. وتلاحظ هذه الظاهرة بكثرة لدى الرياضيين، حيث تأخذ شكل انعكاس يرتبط بتغير التوتر المركزى للعصب الحائر Nervus Vagus فى أثناء عمليات التنفس، وتعتبر هذه الحالة إحدى علامات الحالة الوظيفية للقلب.

وتعتبر الحالة خطرة إذا وصل التذبذب بين الفترات R - R إلى حدود ٠,٣ ثانية أو أكثر. ففى هذه الحالة تعبر حالة «عدم انتظام التنفس» عن خلل فى انتظام عمل العقدة السينية، حيث يدل ذلك على الإفراط فى التدريب.

٢ ـ الانقباض الزائد للقلب Extra Systol :

تعتبر حالة الانقباض الزائد لعضلة القلب من المظاهر **الطبيعية** لدى الغالبية الساحقة من الرياضيين، إلا أنه يلاحظ حدوث زيادة فى **استثارة** عضلة القلب لدى بعض الرياضيين، وذلك فى حالة عدم اعتيادية الانقباضات (**الانقباض** الزائد Ex-tra Systol)، ويصاحب ذلك حدوث تغير فى استثارة الأذينين والبطينين، أو بمعنى أدق زيادة هذه الاستثارة . . ، مما يؤدى إلى حدوث خلل **فى** الفترات التكرارية ذات الفترات الزمنية المتساوية بين انقباضات القلب . . . ، **ويظهر** ذلك فى وجود ضربة زائدة عن المعدل العادى كما هو موضح فى (الشكل **رقم** ٦) . . . ، وفى

هذا الشكل يتضح بمتابعة حـدوث ضربتين عاديتين لعضلة القلب بينهمـا مسافات زمنية متساوية ظهور ظاهرة عدم الانتظام (الانقباض الزائد أو الضربة الزائدة).

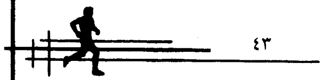
وهناك بعض التأثيرات على دينامية الدم (الدورة الدموية Heamodynamica) نتيجة لظاهرة عدم انتظام الانقبـاض، وخاصة فى بعض الحالات المبكرة للانقباض الزائد، وفى هذه الحالة ونتيجة لتقليل الدياسـتول لايأخذ التجويف القلبى الفرصة المناسـبة للامـتلاء، وكنتـيجة لـدفع الدم فى الحالات المبكرة يمكن أن تقل حـالة الانقباض الزائد أو حـتى تختفى تمامًا. (والشكل رقم ٦) يوضـح الانقباض الزائد المبكر حيث لايزيد دفع الدم بدرجة كبيرة.

ولتسـجيل النشـاط الكهربائى يمـكن الاستدلال بتـقليل سعـة رسم النبض Sphygmogramma، وكلما تأخـر ظهور الانقباض الزائد كـان تأثيره السلبى على دينامية الدم أقل.

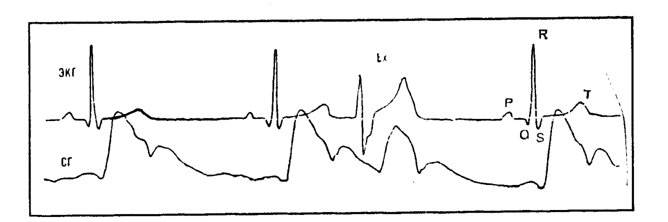
ويمكن مـلاحظة ظـاهرة «الانقبـاض الزائد» أيضًـا خـلال فـتـرة العـمل والاستشفاء بـالإضافة إلى وقت الراحة. ومن المقبول تفسيـر عدم انتظام الانقباض الزائد المسجل أثناء الحـمل البدنى على أنه مماثل إلى حـد ما لما يحدث قـبل الحالة المرضية لعضلة القلب.

وكان من المعتقد أن الانقباض الزائد الذى يظهر فى وقت الراحة يعتبر ظاهرة حميدة، وعـدم ظهور الانقباض الزائد فى وقت الراحة والحمل البدنى يعـتبر دليلا على عـدم الضـرر . . .، وهذا فى حـد ذاته لايتـفق مع نتـائج دراسـات الطب الرياضى فى الفتـرة الأخيرة التى استـخدمت البيانات المسـجلة عن طريق ملاحظة قياس نشاط القلب عن بُعد Radiotelemeter التى أشارت إلى أن الانقباض الزائد علامة غير حميدة سواء سجلت فى وقت الراحة أو العمل.

وتختلف صور أسـباب ظهور «الانقبـاض الزائد» . . ، منها ما يظهر نتـيجة لإجهاد عضلة القلب عند التعرض لبـعض الأمراض مثل حالة تسمم عضلة القلب الناشئة عن اختلال النظام العصبى لنشاط القلب أو عند اختلال التمثيل الغذائى.



هذا ويجب الأخذ فى الاعتبار أنه خلال العمل العضلى لدى الرياضيين يزيد محتوى الدم فى الهرمونات Catecholamins، وهى تزيد من استثارة عضلة القلب، وهذه حالة قد تؤدى إلى ظهور الانقباض الزائد.



شكل رقم (٦)
انقباض البطين الزائد
عن : (Karpman, 1980)

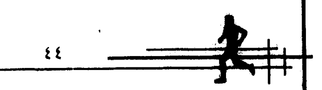
٣ ـ توصيل الاستثارة :

عند دراسة نشاط القلب يلاحظ توصيل الاستثارة من الأذينين إلى البطينين خلال عضلات البطينين. حيث يؤدى ذلك إلى إمكانية تقويم زمن انتقال الاستثارة فى أجزاء القلب، ويتم ذلك بواسطة رسم القلب الكهربائى ECG، إذ يحسب زمن الانتقال الأذينى ـ البطينى بواسطة حساب المسافة ما بين ذبذبة (P) وذبذبة (Q) فى الرسم الكهربائى للقلب ECG.

(الشكل رقم ٥ ـ ح) يوضح المرحلة (P.Q)، وتعبر الذبذبة (P) فى رسم القلب عن الظاهرة الكهربائية المرتبطة بانتشار الاستثارة فى عضلة الأذينين، وتعبر الذبذبة Q عن لحظة بداية انتشار الاستثارة فى البطينين.

٤ ـ التوصيل الأذينى البطينى :

يتراوح زمن الفترة (P - Q) فى الظروف العادية ما بين ١٢,٠ إلى ١٩,٠ ثانية، ويتفق فى ذلك الرياضيون أيضًا . . .، وقد يلاحظ لدى بعض الرياضيين



حدوث زيادة فى فترة الـ (P - Q) غير أنها وكقاعدة أساسية لاتزيد عن ٠,٢١ ثانية (Litnov)، كما يلاحظ لدى بعض الحالات الفردية فقط حدوث معدلات أكبر من البطء فى توصيل الاستثارة.

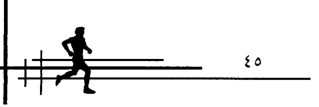
ويرجع بطء الانتقال الأذينى البطينى إلى زيادة التأثير التثبيطى للعصب الحائر على عملية توصيل العقدة الأذينية البطينية. وكلما زاد نشاط العصب الحائر لدى الرياضيين المدربين جيدًا زاد التأخر فى الاتصال الأذينى البطينى وهى ظاهرة فسيولوجية غير ضارة. وإذا زادت فترة الـ (P - Q) عن ٠,٢١ ـ ٠,٢٢ ثانية فإن ذلك يدل على عدم نجاح عملية التثبيط التى يقوم بها العصب الحائر، وتظهر هذه الظاهرة لدى الرياضيين فى حالة الحمل الزائد والإجهاد. وبهذا الشكل فإن عدم نجاح عملية التوصيل الأذينى البطينى للقلب فى حدود الفترات السابقة الذكر يتطلب التدخل الطبى إلى جانب إعادة تقويم نظام التدريب.

وقد يزيد التأثير التثبيطى للعصب الحائر بشكل مبالغ فيه على العقدة الأذينية البطينية مما يؤدى إلى حدوث خلل فى توقيتات انقباض الأذينين والبطينين، وهذه حالة مرضية نادرًا ما تشاهد لدى الرياضيين، إلا أنه من الواجب إحاطة المدرب بها، حيث يتطلب الأمر فى حالة ظهور هذه الحالة النادرة منع اللاعب تمامًا من الاستمرار فى التدريب وعرضه فورًا على الطبيب.

بناء على ما سبق يمكن تفسير ظاهرة بطء القلب لدى الرياضيين على أنها ترجع إلى التأثير التثبيطى للعصب الحائر على العقدة الأذينية البطينية، حيث قد يصل معدل القلب فى بعض الحالات النادرة من ٣١ ـ ٣٩ ضربة فى الدقيقة (Karpman) . . ، وهذه الظاهرة يجب ألا تكون مصدرًا لإزعاج المدربين مادامت مؤشرات القلب داخل الحدود الفسيولوجية الطبيعية.

٥ ـ التوصيل داخل البطينين :

يكون التوصيل داخل البطينين فى حدود أعلى من المعدلات الطبيعية التى تتراوح لدى الأفراد العاديين ما بين ٠,٠٦ إلى ٠,٠٩ ثانية، وبالنسبة لبعض الرياضيين الذين يتميزون بضخامة طبيعية فى عضلة القلب فإن فترة QRS قد تكون ٠,١٠ ثانية.



٦ - تغيرات الموجة T لدى الرياضيين :

لوحظ حدوث تغيرات فى الموجة T لدى كثير من الريـاضيين فى الدراسات العلمية التى تتـبعت هذه الظاهرة، ولقد اختلفت نتائج هذه الدراسات تبـعًا لنوعية الحمل. حيث أظهرت بعض هذه الدراسات انخفاض الموجة T عند أداء التدريبات ذات الشدة المتوسطة، وزيادتها عند أداء التدريبات ذات الشدة المرتفعة.

ولقد أشارت نتائج دراسة هارتونج (Hartung,1972) إلى حدوث ارتفاع فى الموجة T أثناء أداء التدريبات الهوائية aerobic متدرجة الشدة فى كل من الرياضيين وغير الرياضيين، بينما وجد مايهو (Mayhew,1971) حدوث انخفاض فى الموجة T عند أداء التدريبات اللاهوائية anaerobic وزيادة ارتفاعها خلال الفترة الأولى من الاستشفاء.

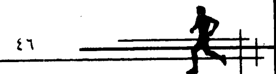
كما أشارت نتائج دراسة كارليل (Carlile,1961) إلى ارتفاع الموجة T لدى الرياضيين المدربين بمعدل أكبر من الآخرين الأقل تدريبًا.

ويفسر البعض زيادة الموجة T بعد المجهود البدنى كنتـيجة لنقص الأكسجين عن عضلة القلب خلال التدريبات العـنيفة، وكذلك التغيرات البيوكيـميائية الناتجة عن تجمعات مخـلفات التمثيل الغذائى أثناء العمل اللاهوائى وانخـفاض قيمة pH الدم (Gosby et al., 1955) .

كما تشير نتائج دراسة ترتليوس وهودچكينسون Trethewise & HodgKin-son إلى حدوث زيادة ارتفاع موجة T عند انخفاض pH وزيادة «توتر ثانى أكسيد الكربون PCo_2 » بالدم (*). كما أن حامض اللاكتيك Lactic Acid يكون سببًا فى انخفاض pH الدم، إلا أن تأثيره لايظهر خلال الدقائق الأولى بعد التدريب.

ويرجع البـعض الآخـر الزيادة فى ارتفـاع الموجـة T **إلى** زيادة مـستـويات البوتاسيوم فى الدم عند أداء المجهود البدنى لدى الرياضيين وغير الرياضيين (Rose et al. 1966) .

(*) التوتر الجـزئى لثانى أكسـيد الكربون فى الدم، ويطلق مصطـلح توتر مرادفًا **لمصطلح** ضـغط الغازات فى الهواء الجوى، بينما يكون التوتر فى السـوائل.



د ــ خلاصة :

بناء على ما سبق توضيحه يمكن اسـتخدام مؤشرات رسم القلب الكهربائى فى دراسة العـلاقة بين ارتفاع الموجات والمراحل البـينية للحكم على تلقائيـة عمل القلب وتوصـيل الاسـتثـارة. كـما يمكن تكويـن فكرة واضحـة عن التـغيـرات المورفولوجيـة فى عضلة القلب (التضخم، الاحتـشاء، الانسداد، تصلب القلب، سوء تغذية القلب، الإجهاد، التسمم من البؤر الصديدية، حالة الدورة التاجية).

وتحدث تغيرات كـثيرة فى الرسم الكهربائى أثناء النشاط الرياضـى مثل قصر الدورة القلبيـة، وتغير فى ارتفـاع الذبذبات، وتقل المسافـات بين الذبذبات، وبعد أداء الحمل البدنى تعود تغيرات الرسم الكهربائى إلى ما كانت عليه.

بالإضـافـة إلى طريقـة رسم القلب الكهـربائى توجـد طرق أخـرى يمكن بـواسـطتـهـا سماع وتسـجيل أصـوات القلب «فونوكـارديوجراف Phonocardio-graph» . . ، ويمكن بواسطة هذا التسجيل الحكم على إيقـاعية عمل القلب وقوة انقباضية عضلة القلب.

وفى الوقت الحالى يستخدم فى المجال الرياضى جـهاز خاص يسمى «موجة القلب»، وهذا الجهـاز يحدد للاعب والمدرب سرعـة القلب المطلوبة لأداء الحمل، فإذا زادت أو قلّت سرعة القلب عمّا هو مـحدد من قبل أعطى هذا الجهاز إشارات للمدرب واللاعب فيقوم بتعديل الأداء ليظل يؤدى تبعًا للمستوى المطلوب منه.

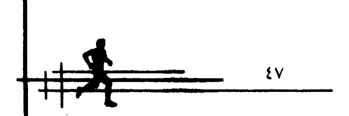
(٤) دراسة ديناميـة الدم Hemodynamics :

أ ــ مدخل :

يطلق مصطلح «ديناميـة الدم» على دراسة القوانين الطبيعـية التى تتحكم فى سريان الدم. وهناك عاملان أساسيان فى هذا المجال هما :

١ ـ ضغط الدم باعتباره القوة الموجهة لحركة الدم خلال الجهاز الدورى.

٢ ـ مقاومـة سريان الدم، وهى المقاومة المـواجهة للقوة المحركـة للدم خلال الأوعية الدمـوية. ويلعب الدفع القلبى دورًا مهمًّـا فى التأثير على القـوى الدافعة للدم خلال الجهاز الدورى.



ويمثل الدفع القلبى حجم الدم الذى يدفعه القلب فى الدقـيقة، لذلك يعتبر الدفع القلبى أهم مؤشر له تأثير على دينامية الدم.

ويرتبط حجـم الدفع القلبى بمعدل القلب . . ، الذى يعـتبـر أهم عامل فى تنظيم الدفع القلبى إضافة إلى حجم الضـربة، وهو حجم الدم المدفوع فى الضربة الواحدة.

بناء على ما سـبق فإن دراسـة دينامية الدم تعنى دراسـة الدفع القلبى بما فى ذلك حجم الضربة ومعدلات القلب وكذلك ضغط الدم.

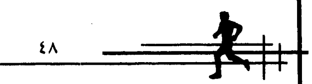
ب ـ الدفع القلبى :

يعتبر حـجم الدم الذى يدفعه القلب فى الدقيقـة الواحدة من أهم المؤشرات الوظيفـية لدينامية الدم، حـيث يعتبر مؤشـرًا لمدى إمداد أنسجة الجـسم بالدم وما يحمله من الأكسچين، وكذلك تخليص هذه الأنسجة من ثانى أكسيد الكربون.

وفى حالة الراحة فإن متطلبات الجسم من الدم لاتكون كبيرة، لذا فإن حجم الدفع القلبى أيضًا لايكون كبـيرًا. وهو عادة ما يتراوح لدى الأشـخاص الأصحاء غيـر المدربين ما بين ٣ إلى ٦ لترات فى الدقـيقة عند القيـاس فى الوضع الأفقى، وعند القياس فى الوضع الرأسى عندمـا يقل بعض الشىء الدم الوريدى القادم إلى القلب يكون حـجم الدفع القلبى فى أقل أحـجامـه ويتراوح مـا بين ٢,٥ إلى ٥ لتر/ دقيقة.

أما لدى الرياضيـين فيتراوح حجم الدفع القلبى من ٣ إلى ١٠ لتـر / دقيقة (فى الوضع الرأسى). وعمـومًا فقد لوحظ أن حـجم الدفع القلبى لدى ٦٠٪ من الرياضيين يتساوى مع المستويات العـادية للأفراد الأصحاء من غير الرياضيين . . ، أما باقى الريـاضيين فـيزيد لديهم هذا الحـجم . . ، وقد يصل لدى بعـضهم إلى مقادير كبيرة جدًا تتراوح ما بين ٨ إلى ١٠ لتر / دقيقة . . ، وهذا ما يلاحظ عادة لدى الرياضيين ذوى المستويات العالية.

والجدير بالذكر أنه إذا كانت هناك علاقة بين مقدار الدم السيستولى ومستوى الكفاءة البدنية لـدى الرياضيين، فإن مقدار حجم الدفع القـلبى فى الدقيقة خلال



الراحة ليس له أى ارتباط بمستوى الكفاءة البدنية. وهذا ما يفسر أن حجم الدفع القلبى فى الدقيقة لايرتبط فقط بحجم الدم السيستولى ولكن أيضا يرتبط بمعدل القلب. وكلا العاملين يحددان مقدار الدفع القلبى فى الدقيقة تبعًا لمستويات ارتباطهما ببعضهما ببعض وبمستوى الكفاءة البدنية، حيث إن مستوى الكفاءة البدنية يرتبط بمستوى حجم الدم السيستولى بعلاقة طردية خطية، أى كلما زاد أحدهما زاد الآخر. إلا أن العلاقة بين الكفاءة البدنية ومعدل القلب على العكس من ذلك، حيث إنه كلما زادت الكفاءة البدنية انخفض معدل القلب (علاقة عكسية)، وبناء على اختلاف أشكال هذه العلاقة فإن حجم الدفع القلبى فى الدقيقة لايرتبط بمستوى الكفاءة البدنية.

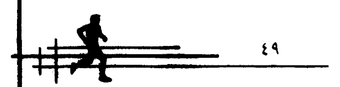
وبناء على ما سبق فإن الحكم على كفاءة الرياضيين البدنية يرتبط بمدى اقتصادية عضلة القلب فى أداء وظائفها، حيث إن مقدار الدفع القلبى لدى هؤلاء الرياضيين المتميزين فى رياضات التحمل endurance يرتبط بزيادة حجم الدم السيستولى وليس بزيادة معدل القلب.

ويتم تقويم وظائف القلب عند استجابتها لأداء التدريب الرياضى بواسطة القياسات اللاسلكية «والتسجيل عن بُعد» Radiotelemeter.

وترتبط زيادة حجم الدم السيستولى أثناء أداء المجهود البدنى بمستوى شدة العمل العضلى، فعند أداء العمل العضلى ذى الشدة المنخفضة لايصل حجم الدم السيستولى إلى أقصى مستوى له، وفى مثل هذه الحالة فإن تنظيم حجم الدفع القلبى يرتبط بتغيرات إيقاع القلب، وكذلك بزيادة حجم الدم السيستولى.

وعند زيادة شدة العمل العضلى فإن حجم الدم الاحتياطى الموجود بالتجويف القلبى ينضم إلى حجم الدم السيستولى حيث يبلغ الحد الأقصى له، ويكون معدل القلب عادة فى هذه الحالة يزيد عن ١٣٥ ـ ١٤٠ ضربة/ دقيقة، وبناء على ذلك فإن التحكم فى زيادة الدفع القلبى بعد ذلك يكون بزيادة إيقاع القلب.

ويبلغ مقدار الدفع القلبى لدى الأفراد غير الرياضيين عند أداء الحد الأقصى من العمل العضلى حوالى ١٥ ـ ٢٠ لتر / دقيقة، بينما يزيد حجم الدفع القلبى لدى الرياضيين عن هذه الأرقام عند أداء الحمل الأقصى حيث قد يصل إلى



٢٥ ـ ٣٥ لتر/دقيقة، وفى السنوات الأخيرة أمكن تسجيل بعض الحالات التى وصل فيها حجم الدفع القلبى إلى ٤ ـ ٤٢ لتر/دقيقة.

وترتبط زيادة الدفع القلبى ارتباطًا طرديًا بشدة العمل العضلى، فإذا كان الحمل البدنى يتم تطبيقه على الأرجوميتر وتقدر شدته بالكيلوجرام متر/دقيقة فيمكن تحديد الدفع فى هذه الحالة بناء على المعادلة التالية :

مقدار الدفع القلبى للدم فى الدقيقة (Q) = ٠,٠١٢ × مقدار الشدة على الأرجوميتر بالكيلوجرام متر/دقيقة (N) + ٧.

$$Q = 0.012 \cdot N + 7$$

حيث Q = مقدار الدفع القلبى للدم فى الدقيقة.

N = مقدار الشدة على الأرجوميتر بالكيلوجرام متر/دقيقة.

وبمقارنة المقدار الحقيقى المسجل للدفع القلبى، بمقدار الدفع القلبى عند أداء شدة الحمل البدنى الناتجة عن المعادلة السابقة يمكن الحكم على مدى استجابة الجهاز الدورى لأداء الحمل البدنى. فإذا تطابق المقدار الحقيقى مع ما يجب أن يكون عليه أو يختلف عنه فى حدود ١,٥ لتر/دقيقة بالزيادة أو النقصان، فإن هذا يعتبر دليلا على كفاية استجابة دينامية الدم، وقد يزيد أحيانًا هذا الفرق عن ذلك أو يقل كدليل على مدى كفاية دينامية الدم لأداء الحمل البدنى.

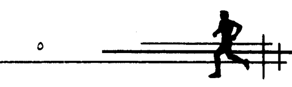
كذلك توجد علاقة بين مقدار الدفع القلبى والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وتعبر المعادلة التالية عن هذه العلاقة :

الدفع القلبى للدم / دقيقة = ٥,٧ × الاستهلاك الأكسجينى **(لتر/دقيقة)** + ٣,٦

$$Q = 5.7 \cdot Vo_2 + 3.6$$

حيث Q = الدفع القلبى للدم فى الدقيقة.

Vo_2 = استهلاك الأكسجين باللتر/دقيقة

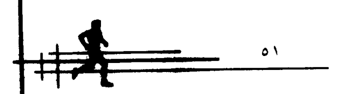


وتستخدم هذه المعـادلة لتقويم فاعلية استجـابة دينامية الدم، وفى هذه الحالة فإن الاستجابة المثـالية هى التى يكون فيها حجم الدفع القلبى الحقـيقى يتساوى مع المقدار الفرضى الناتج عن اسـتخدام المعادلة أو يخـتلف عنه بمقدار فى حدود ١,٥ لتر/ دقيقة زيادة أو نقصانا.

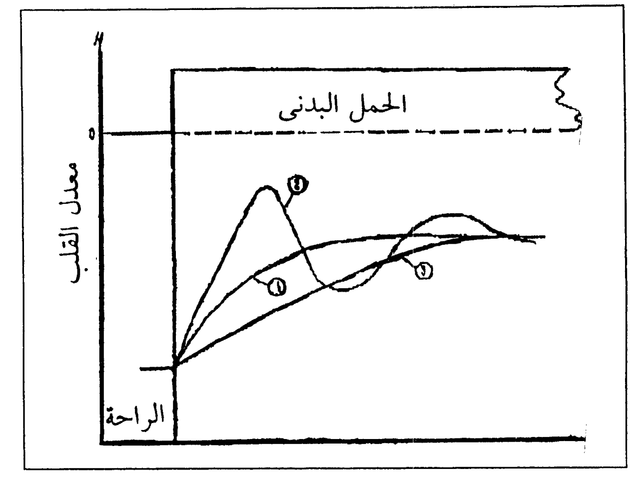
وعن ليوبينا ب . ج أنه كلما ارتفـع مستوى الكفاءة البدنيـة للرياضيين زاد حجم الدم السيستولى وانخفض معدل القلب، مقارنة بالرياضيين الأقل فى مستوى الكفاءة البدنيـة. وبناء على ذلك فإن مقدار الدفع القلبى عند أداء الأحمـال البدنية يرتفع بناء على زيادة حـجم الدم السيـستولى لدى لاعـبى التحـمل، أما بالنسـبة للاعبى السرعة Speed والقوة Strength فـإن حجم الدفع القـلبى يرتفع أثناء أداء الأحمال البدنية على حساب زيادة معدل النبض بالدرجة الأكبر.

ولتقويم الحـالة الوظيفية للجهاز الدورى يجب دراسـة كيفية عمل اسـتجابة الجهاز الدورى خلال فترة التهـيئة، وهى تلك الفترة التى تكون عادة فى بداية أداء العمل البـدنى، حيث تعمـل العضلات وتسـبق فى عملها تهـيئة الجـهاز الدورى والتنفسى. وعند ذلك تحـدث زيادة تدريجية فى كفاءة الجـهازين الدورى والتنفسى لتوفير كميات الأكسچين التى تطلبها العضلات، إلا أن ذلك يحتاج إلى فترة زمنية معـينة، وهذه الفترة يطلق عليـها «فتـرة التهيـئة»، ويرتبط طول هذه الفتـرة بشدة الحـمل البدنى المسـتخـدم ودرجـة تأهيل الرياضى وحالتـه التـدريبيـة. وبملاحظة مؤشـرات القلب خلال هذه الفتـرة يلاحظ عدم تسـاوى الفترات الزمنيـة اللازمة للتهيئة فى ضوء مختلف هذه المؤشرات، حيث إن **أقصرها زمنًا هو معدل القلب، وأطولها مؤشرات دينامية الدم مثل الدفع القلبى وحجم الضربة.**

ويمكن استخدام اسـتجابة الجهاز الدورى خلال هذه الفترة كـوسيلة لتقويم الحالة التـدريبية للرياضى، وكذلك تقنـين حمل التدريب. وعلى سبـيل المثال فى حالة الرياضى المدرب بدرجـة جيدة، فإن تغـيرات مؤشرات الدورة الدمـوية تأخذ خطًا متدرجًا فى الارتفاع بصورة منظمة (انظر الشكل رقم -٧- الخط ١) وفى حالة عدم كفاية التدريب أى نقص حمل التـدريب فإن تغيرات مؤشرات الدورة الدموية



تأخذ شكلا متذبذبًا ما بين الارتفاع والانخفاض (شكل رقم ـ٧ـ الخط ٢)، أما فى حالة زيادة حمل التدريب والإجهاد فإنها تأخذ شكلا بيانيًا مرتفعا تدريجيًا ولكن ببطء بعض الشيء فى البداية (الشكل رقم ـ٧ـ الخط ٣).



شكل رقم (٧)

منحنيات العمليات الانتقالية لمعدل القلب

عن : (Karpman, 1980)

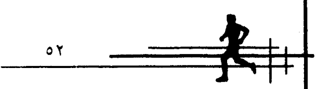
١ ـ المنحنى الطبيعى.

٢ ـ المنحنى المذبذب.

٣ ـ منحنى التدريب الزائد.

جـ ـ تقدير حجم الدفع القلبى :

يعرف الدفع القلبى بأنه: كمية الدم التى يضخها القلب فى الدقيقة، وخاصة بواسطة البطين الأيسر. ويزيد الدفع القلبى ارتباطًا بزيادة استهلاك الأكسجين، وحجم الدفع القلبى هو ناتج حجم الدم فى ضربة القلب **الواحدة** مضروبا فى عدد ضربات القلب فى الدقيقة :



حجم الدفع القلبى = حجم الدم فى ضربة القلب الواحدة × عدد ضربات القلب فى الدقيقة

ويزيد حجم الضربة نتيجة لسببين هما :

١ - زيادة طول ووزن الجسم، وبالتالى كلما زاد مسطح الجسم زاد حجم الضربة. ويرجع ذلك أيضًا إلى وجود علاقة بين حجم الجسم وحجم القلب.

٢ - نوع التخصص الرياضى ...، حيث يزيد حجم الضربة لدى لاعبى التحمل نتيجة لزيادة حجم القلب واتساع تجاويفه.

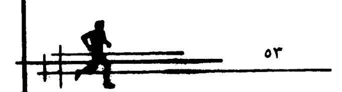
وتعتبر زيادة حجم الدفع القلبى إحدى ميكانيكيات التكيف المهمة للجهاز الدورى مع الحمل البدنى، ويعتبر الدفع القلبى مؤشرًا مهمًا للدراسات الطبية ودراسات الطب الرياضى.

وهناك طرق عديدة ومختلفة لتحديد حجم الضربة، منها طريقة Fick المباشرة، وطريقة الصبغة Dye Method وغيرها من الطرق الأخرى. إلا أن هذه الطرق تعتبر صعبة التنفيذ.

وفى المجال الرياضى يفضل استخدام طريقة تمتاز بسهولتها وسرعة تنفيذها، وبناء على ذلك اتجه الاهتمام إلى تحديد الدفع القلبى عن طريق مؤشرات ضغط الدم والعمر، وقد وضع ستار Starr معادلته بعد التأكد من صدقها بتطابق نتائجها مع نتائج تحليل الغازات Fick (١٩٧٠)، كما أكد صدق هذه المعادلة أيضًا جرومان (١٩٣٢م) وغيره كثير من الباحثين. وتنص معادلة «ستار» على أن حجم الضربة يساوى :

حجم الضربة = ١٠٠ + ٠,٥ (الضغط الانقباضى - الضغط الانبساطى) - ٦ (الضغط الانبساطى) - ٠,٦ (العمر).

وفى عام ١٩٧٨م قدم الباحث الروسى «زافيالوف» جدولا سهلا لتحديد حجم الضربة بناءً على نتائج معادلة «ستار» وبصورة أكثر دقة وسرعة من استخدام



المعـادلة. حيث وضع لذلك جـدولين أحدهمـا لتحـديد حجم الضـربة بناء على الضغط الانقباضى والضغط الانبساطى، حـيث يحدد حجم الضربة فى خانة التقاء مقـدار الضغط الانقبـاضى مع الضغط الانبسـاطى، ويكون المقدار محـسوبًا بالملّى لتر، وبعد ذلك يـستخدم الجدول الثـانى الخاص بالعمر، حيث يـخصم أو يجمع رقمًا معينًا تبعًا لعمر اللاعب يكون الناتج هو حجم الضربة ملّى لتر.

الجدول رقم (٣) يوضح جدول زافـيالوف لتحديد حـجم الضربة، والجدول رقم (٤) يوضح جدول تعديلات حجم الدم الانقباضى تبعًا للعمر.

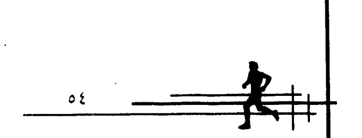
مثال توضيحى :

شـخص عـمـره ٣٠ سنة، ضـغـط دمـه ١٢٠/ ٧٠، مـعـدل القلب ٧٠ ضربة/ دقـيقة، وبالنظر فى الجدول رقم (٣) يـلاحظ أن التقاء الضغط الانقـباضى ١٢٠ مع الضغط الانبساطى ٧٠ عند الرقم (٧١) . . .، وبالنظر فى الجدول الثانى رقم (٤) الخاص بالعـمر يلاحظ أن عمـر ٣٠ سنة يخصم منه الرقم (ـ ٦) . . ، وبناء على ذلك يكون حجم الضربة = ٧١ ـ ٦ = ٦٥ ملّى. وبذلك يكون حجم الدفع القلبى تبعًا للمعادلة الأولى السابق ذكرها :

حجم الدفع القلبى = حجم الضربة × سرعة القلب

= ٦٥ × ٧٠ = ٤٥٥٠ ملّى لتر.

والجدير بالذكـر ـ وكما أشـرنا من قبل ـ أن حـجم الدفع القلبى فى الوضع الأفقى يـزيد عنـه فى الوضع الرأسى، فـهو يتـراوح عادة **فى** الوضع الأفـقى ما بين ٣ ـ ٦ لتـر/ دقيقـة، بينما يقل فى الوضـع الرأسى ليصبـح ما بين ٢,٥ ـ ٥ لتر/ دقيقة، ويبلغ مقدار الدفع القلبى لدى الرياضيين ما بين **٣ ـ** ١٠ لتر/ دقيقة فى الوضع الرأسى.



جدول رقم (٣)

جدول زافيالوف لتحديد حجم الضربة

*	صفر	٥	١٠	١٥	٢٠	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠	٧٥	٨٠	٨٥	٩٠	٩٥	١٠٠
١٠٠	١٣٨	١٣٢	١٢٧	١٢١	١١٦	١١٠	١٠٥	٩٩	٩٤	٨٨	٨٣	٧٧	٧٢	٦٦	٦١	٥٥	٥٠	٤٤	٣٩	٣٣	٢٨
١٠٥	١٤٠	١٣٥	١٢٩	١٢٤	١١٨	١١٣	١٠٧	١٠٢	٩٦	٩١	٨٥	٨٠	٧٤	٦٩	٦٣	٥٨	٥٢	٤٧	٤١	٣٦	٣٠
١١٠	١٤٣	١٣٧	١٣٢	١٢٦	١٢١	١١٥	١١٠	١٠٤	٩٩	٩٣	٨٨	٨٢	٧٧	٧١	٦٦	٦٠	٥٥	٤٩	٤٤	٣٨	٣٣
١١٥	١٤٥	١٤	١٣٤	١٢٩	١٢٣	١١٨	١١٢	١٠٧	١٠١	٩٦	٩٠	٨٥	٧٩	٧٤	٦٨	٦٣	٥٧	٥٢	٤٦	٤١	٣٥
١٢٠	١٤٨	١٤٢	١٣٧	١٣١	١٢٦	١٢	١١٥	١٠٩	١٠٤	٩٨	٩٣	٨٧	٨٢	٧٦	٧١	٦٥	٦٠	٥٤	٤٩	٤٣	٣٨
١٢٥	١٥٠	١٤٥	١٣٩	١٣٤	١٢٨	١٢٣	١١٧	١١٢	١٠٦	١٠١	٩٥	٩٠	٨٤	٧٩	٧٣	٦٨	٦٢	٥٧	٥١	٤٦	٤٠
١٣٠	١٥٣	١٤٧	١٤٢	١٣٦	١٣١	١٢٥	١٢٠	١١٤	١٠٩	١٠٣	٩٨	٩٢	٨٧	٨١	٧٦	٧٠	٦٥	٥٩	٥٤	٤٨	٤٣
١٣٥	١٥٥	١٥٠	١٤٤	١٣٩	١٣٣	١٢٨	١٢٢	١١٧	١١١	١٠٦	١٠٠	٩٥	٨٩	٨٤	٧٨	٧٣	٦٧	٦١	٥٦	٥١	٤٥
١٤٠	١٥٨	١٥٢	١٤٧	١٤١	١٣٦	١٣٠	١٢٥	١١٩	١١٤	١٠٨	١٠٣	٩٧	٩٢	٨٦	٨١	٧٥	٧٠	٦٤	٥٩	٥٣	٤٨
١٤٥	١٦٠	١٥٥	١٤٩	١٤٤	١٣٨	١٣٣	١٢٧	١٢٢	١١٦	١١١	١٠٥	١٠٠	٩٤	٨٩	٨٣	٧٨	٧٢	٦٧	٦١	٥٦	٥٠
١٥٠	١٦٣	١٥٧	١٥٢	١٤٦	١٤١	١٣٥	١٣٠	١٢٤	١١٩	١١٣	١٠٨	١٠٢	٩٧	٩١	٨٦	٨٠	٧٥	٦٩	٦٤	٥٨	٥٣
١٥٥	١٦٥	١٦٠	١٥٤	١٤٩	١٤٣	١٣٨	١٣٢	١٢٧	١٢١	١١٦	١١٠	١٠٥	٩٩	٩٤	٨٨	٨٣	٧٧	٧١	٦٦	٦١	٥٥
١٦٠	١٦٨	١٦٢	١٥٧	١٥١	١٤٦	١٤٠	١٣٥	١٢٩	١٢٤	١١٨	١١٣	١٠٧	١٠٢	٩٦	٩١	٨٥	٨٠	٧٤	٦٩	٦٣	٥٨
١٦٥	١٧٠	١٦٥	١٥٩	١٥٤	١٤٨	١٤٣	١٣٧	١٣٢	١٢٦	١٢١	١١٥	١١٠	١٠٤	٩٩	٩٣	٨٨	٨٢	٧٧	٧١	٦٦	٦٠
١٧٠	١٧٣	١٦٧	١٦٢	١٥٦	١٥١	١٤٥	١٤٠	١٣٤	١٢٩	١٢٣	١١٨	١١٢	١٠٧	١٠١	٩٦	٩٠	٨٥	٧٩	٧٤	٦٨	٦٣
١٧٥	١٧٥	١٧٠	١٦٤	١٥٩	١٥٣	١٤٨	١٤٣	١٣٧	١٣١	١٢٦	١٢٠	١١٥	١٠٩	١٠٤	٩٨	٩٣	٨٧	٨٢	٧٦	٧١	٦٥
١٨٠	١٧٨	١٧٢	١٦٧	١٦١	١٥٦	١٥٠	١٤٥	١٣٩	١٣٤	١٢٨	١٢٣	١١٧	١١٢	١٠٦	١٠١	٩٥	٩٠	٨٤	٧٩	٧٣	٦٨
١٨٥	١٨٠	١٧٥	١٦٩	١٦٤	١٥٨	١٥٣	١٤٧	١٤٢	١٣٦	١٣١	١٢٥	١٢٠	١١٤	١٠٩	١٠٣	٩٨	٩٢	٨٧	٨١	٧٦	٧٠
١٩٠	١٨٣	١٧٧	١٧٢	١٦٦	١٦١	١٥٥	١٥٠	١٤٤	١٣٩	١٣٣	١٢٨	١٢٢	١١٧	١١١	١٠٦	١٠٠	٩٥	٨٩	٨٤	٧٨	٧٣
١٩٥	١٨٥	١٨٠	١٧٤	١٦٩	١٦٣	١٥٨	١٥٢	١٤٧	١٤١	١٣٦	١٣٠	١٢٥	١١٩	١١٣	١٠٧	١٠٣	٩٧	٩٢	٨٦	٨١	٧٥
٢٠٠	١٨٨	١٨٢	١٧٧	١٧١	١٦٦	١٦٠	١٥٥	١٤٩	١٤٤	١٣٨	١٣٣	١٢٧	١٢٢	١١٦	١١١	١٠٥	١٠٠	٩٤	٨٩	٨٣	٧٨
٢٠٥	١٩٠	١٨٥	١٧٩	١٧٤	١٦٨	١٦٣	١٥٧	١٥٣	١٤٦	١٤١	١٣٥	١٣٠	١٢٤	١١٨	١١٣	١٠٨	١٠٢	٩٧	٩١	٨٦	٨٠
٢١٠	١٩٣	١٨٧	١٨٢	١٧٦	١٧١	١٦٥	١٦٠	١٥٤	١٤٩	١٤٣	١٣٨	١٣٣	١٢٧	١٢١	١١٦	١١٠	١٠٥	٩٩	٩٤	٨٨	٨٣
٢١٥	١٩٥	١٩٠	١٨٤	١٧٩	١٧٣	١٦٨	١٦٣	١٥٧	١٥١	١٤٦	١٤٠	١٣٥	١٢٩	١٢٤	١١٨	١١٣	١٠٧	١٠٢	٩٦	٩١	٨٥
٢٢٠	١٩٨	١٩٢	١٨٧	١٨١	١٧٦	١٧٠	١٦٥	١٥٩	١٥٤	١٤٨	١٤٣	١٣٧	١٣٢	١٢٦	١٢١	١١٥	١١٠	١٠٤	٩٩	٩٣	٨٨
٢٢٥	٢٠٠	١٩٥	١٨٩	١٨٤	١٧٨	١٧٣	١٦٧	١٦٢	١٥٦	١٥١	١٤٥	١٤٠	١٣٤	١٢٩	١٢٣	١١٨	١١٢	١٠٧	١٠١	٩٦	٩٠
٢٣٠	٢٠٣	١٩٧	١٩٢	١٨٦	١٨١	١٧٥	١٧٠	١٦٤	١٥٩	١٥٣	١٤٨	١٤٢	١٣٧	١٣١	١٢٦	١٢٠	١١٥	١٠٩	١٠٤	٩٨	٩٣
٢٣٥	٢٠٥	٢٠٠	١٩٤	١٨٩	١٨٣	١٧٨	١٧٢	١٦٧	١٦١	١٥٦	١٥٠	١٤٥	١٣٩	١٣٤	١٢٨	١٢٣	١١٧	١١٢	١٠٦	١٠١	٩٥
٢٤٠	٢٠٨	٢٠٣	١٩٧	١٩١	١٨٦	١٨٠	١٧٥	١٦٩	١٦٤	١٥٨	١٥٣	١٤٧	١٤٢	١٣٦	١٣١	١٢٥	١٢٠	١١٤	١٠٩	١٠٣	٩٨
٢٤٥	٢١٠	٢٠٥	١٩٩	١٩٤	١٨٨	١٨٣	١٧٧	١٧٢	١٦٦	١٦١	١٥٥	١٥٠	١٤٤	١٣٩	١٣٣	١٢٨	١٢٢	١١٧	١١١	١٠٦	١٠٠
٢٥٠	٢١٣	٢٠٧	٢٠٢	١٩٦	١٩١	١٨٥	١٨٠	١٧٤	١٦٩	١٦٣	١٥٨	١٥٢	١٤٧	١٤١	١٣٦	١٣٠	١٢٥	١١٩	١١٤	١٠٨	١٠٣

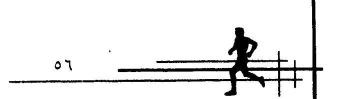
* الضغط الانبساطى (أفقى) الضغط الانقباضى (رأسى)

جدول رقم (٤)
تعديلات حجم الدم الانقباضى تبعًا للعمر

العمر بالسنوات	المقدار	العمر	المقدار	العمر	المقدار	العمر	المقدار
٨ ـ ٩	+٧	٢٦ ـ ٢٧	-٤	٤٥	-١٥	٦٣ ـ ٦٤	ـ٢٦
١٠	+٦	٢٨ ـ ٢٩	-٥	٤٦ ـ ٤٧	-١٦	٦٥	
١١ ـ ١٢	+٥	٣٠	-٦	٤٨ ـ ٤٩	-١٧	٦٦ ـ ٦٧	ـ٢٧
١٣ ـ ١٤	+٤	٣١ ـ ٣٢	-٧	٥٠	-١٨	٦٨ ـ ٦٩	ـ٢٨
١٥	+٣	٣٣ ـ ٣٤	-٨	٥١ ـ ٥٢	-١٩	٧٠	ـ٢٩
١٦ ـ ١٧	+٢	٣٥	-٩	٥٣ ـ ٥٤	-٢٠	٧١ ـ ٧٢	ـ٣٠
١٨ ـ ١٩	+١	٣٦ ـ ٣٧	-١٠	٥٥	-٢١	٧٣ ـ ٧٤	
٢٠	صفر	٣٨ ـ ٣٩	-١١	٥٦ ـ ٥٧	-٢٢	٧٥	ـ٣١
٢١ ـ ٢٢	-١	٤٠	-١٢	٥٨ ـ ٥٩	-٢٣		ـ٣٢
٢٣ ـ ٢٤	-٢	٤١ ـ ٤٢	-١٣	٦٠	-٢٤		ـ٣٣
٢٥	-٣	٤٣ ـ ٤٤	-١٤	٦١ ـ ٦٢	-٢٥		

د ـ معدل القلب لدى الرياضيين :

عند تحليل آلية القلب تظهر خاصية قلة نشاط العقدة السينية، وينعكس ذلك على تقليل معـدل القلب وهو يـعنى بطء القلب Bardycardia، ويتراوح معدل القلب لدى الأشخاص غير المدربين ما بين ٦٠ ـ ٨٩ ضربة/دقيقة، وتعرف الزيادة المسجلة عن هذا بأنهـا زيادة معدل القلب Tachycardia . . ، وتظهر حـالة زيادة معدل القلب هذه نتيـجة اختلال نظام عمل القلب أثناء وقت الراحة البـدنية وتبعًا للحالة النفسية، وكذلك فى حالة أمراض القلب.



وتلاحظ ظاهرة بطء القلب (معدل القلب أقل من ٦٠ نبضة/ دقيقة) في وقت الراحة لدى كثير من الرياضيين، وخاصة فى ظروف التمثيل الغذائى القاعدى (عندما يتم القياس بعد الاستيقاظ مباشرة والجسم فى وضع الرقود).

كما لوحظ ظاهرة بطء القلب لدى كثير من الرياضيين خلال جميع أوقات اليقظة (باستثناء أوقات المنافسة أو التدريب)، وأثبتت بعض الدراسات عدم ظهور هذه الظاهرة لدى بعض الرياضيين فى منتصف طرفى نهاية اليوم وذلك عند القياس فى الوضع الرأسى أو وضع الجلوس.

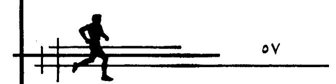
وقلة معدل القلب لدى الرياضيين تقتصر على استعمال عضلة القلب، وهذا له أهميته الصحية العالية. فبالنسبة للرياضى فإن مجموع ضربات القلب خلال الأيام الخالية من المباريات أو التدريب يقل بحوالى من ١٥ ٪ ـ ٢٥ ٪ بالمقارنة بغير الممارس للرياضة فى نفس العمر والجنس. كما ثبت أيضًا أنه فى أيام التدريب ذات الجهد العالى فإن معدل القلب يكون أقل مقارنة بغير الرياضيين.

وترتبط ظاهرة بطء القلب فى حدود معينة بطبيعة النشاط الرياضى. مثال على ذلك نلاحظ هذه الظاهرة بوضوح لدى الرياضيين الممارسين لرياضات التحمل كلاعبى الانزلاق، وجرى المسافات الطويلة والمتوسطة . . ، حيث يمكن أن يتراوح معدل القلب لديهم ما بين ٤٠ ـ ٥٠ ضربة/ دقيقة.

أما بالنسبة للرياضيين الذين يتدربون على رياضات تتطلب القوة المميزة بالسرعة، أو الأداء المهارى، أو التى تتطلب درجة عالية من التوافق العضلى العصبى فإن ظاهرة بطء القلب لا تظهر بدرجة واضحة . . . وهنا يظهر سؤال مهم؟

كيف تنمو ظاهرة بطء القلب لدى الرياضيين ؟

عندما تتأثر العقدة السينية للجهاز العصبى السمبثاوى والباراسمبثاوى لكى تتوالى نبضات كهربائية تؤدى إلى انقباض عضلة القلب. وكنتيجة للتدريب



الرياضى المنتظم فإن التوازن بين التحكم السمبثاوى والباراسمبثاوى لنشاط العقدة السينية يتغير لصالح العصب الباراسمبثاوى ذى التأثير البطىء فتنمو ظاهرة بطء القلب.

وبالنسبة لعدم ظهور بطء القلب لدى الرياضيين (خاصة الرياضيين المدربين على التحمل) فإن ذلك قد يرتبط بنظام التدريب الذى يتميز بكثرة استخدام أحمال ذات شدة عالية فى عملية التدريب . . ونتيجة لمثل هذا النوع من التدريب ذى الشدة العالية وكنتيجة لتراكم التعب لاتحدث عملية الاستشفاء الكاملة لمعدل القلب، وعند ذلك لايمكن تجنب تأثير الجهاز العصبى السمبثاوى على معدل القلب وتظهر علامات ذلك بزيادة معدل القلب أثناء الراحة حيث يزيد عن ٨٠ ـ ٨٥ ضربة / دقيقة.

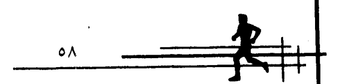
هـ ـ قياس معدل القلب Heart Rate Measurement :

١ ـ التوقيتات والأهمية :

يعتبر قياس معدل القلب من القياسات الميدانية السهلة التى يمكن أن يقوم بها اللاعب نفسه وكذلك المدرب. وعادة ما يعطى قياس معدل القلب مؤشرا للحالة التدريبية للاعب . . . كما يمكن إجراء قياس معدل القلب فى توقيتات مختلفة منها :

- عند الاستيقاظ فى الصباح الباكر . . .
- خلال فترة الاستشفاء بعد أداء الحمل البدنى . .
- وأثناء أداء الحمل البدنى نفسه للتعرف على كيفية وطبيعة استجابة القلب للنشاط الرياضى.

ولعل ما يزيد من أهمية هذا القياس فى المجال الرياضى هو ارتباط معدل القلب بكثير من الوظائف الفسيولوجية الأخرى المهمة والتى قد يصعب على المدرب قياسها ميدانيًا (فى الملعب) . . ، على سبيل المثال :



- يرتبط معدل القلب بمقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين . . . فكلما زاد معدل القلب كان ذلك دليلا على زيادة استهلاك الأكسجين.

- ويرتبط معدل القلب أيضًا بكفاءة عمل أعضاء الجسم الداخلية مثل الكلى، حيث يقل سريان الدم عن الكلى حينما يصل معدل القلب إلى ١٤٠ ضربة/ دقيقة.

- كما يرتبط معدل القلب بمستوى العتبة الفارقة اللاهوائية والتى تكون فى حدود معدل ١٤٠ - ١٧٠ ضربة/ دقيقة.

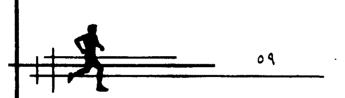
- وتحدد شدة الحمل البدنى أيضًا باستخدام درجات معينة من معدل القلب لتحديد مقدار شدة الحمل البدنى الملائمة والتدرج بها.

ونظرًا لهذه الأهمية التطبيقية لمعدل القلب نوضح فيما يلى بعض أساليب قياس معدل القلب لدى الرياضيين.

٢ - الفرق بين معدل القلب ومعدل النبض :

قد يحدث أحيانًا خلط بين استخدام مصطلح «معدل القلب Heart Rate» ومصطلح «معدل النبض Pulse Rate». . . ، ولتوضيح الفرق فإن معدل القلب هو العدد الحقيقى لضربات القلب خلال الدقيقة الواحدة، ويعبر عنه ضربة/ دقيقة (beat per minute) . . . ، أما معدل النبض فيقصد به الموجة التى يمكن الإحساس بها عندما تمر فى الشرايين القريبة من سطح الجلد، وهذه الموجة قادمة نتيجة موجة من القوة تندفع مع اندفاع الدم من البطين عند انقباض عضلة القلب وتنتشر فى جميع الشرايين بفضل مطاطية هذه الشرايين.

ويتطابق كل من «معدل القلب» و«معدل النبض» عادة، إلا فى حالة حدوث بعض حالات عدم انتظام إيقاع القلب Arrhythmia أو قصور فى الصمامات Valvular Defect . . . ، وهذه الحالات تعوق عملية ضغط الدم الطبيعية من القلب إلى الشرايين.



٣ - طرق قياس معدل القلب :

يتم قياس معدل القلب باستخدام عدة طرق منها طريقة السمع Ausculation، وطريقة الجس Palpation . . ، أو طريقة تسجيل رسم القلب الكهربائى ECG .

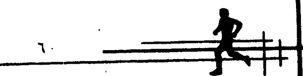
أ - قياس معدل القلب بطريقة السمع Ausculation :

تستخدم السماعة الطبية Stethoscope فى هذه الطريقة، وفى هذه الحالة يراعى قبل استخدامها تنظيف الجزء الذى يوضع فى الأذن باستخدام إسفنجة بها كحول، ثم توضع السماعة فى الأذن بحيث تكون بزاوية تشير فيها إلى الأمام فى الأذنين، حيث يتم توجيه الصوت الوارد من خلال السماعة إلى قنوات الأذن. وإذا كان الوضع فى زاوية عكسية فسيكون هناك صعوبة فى السمع.

ويتم وضع طرف السماعة فوق أنسب نقطة على الصدر لسماع صوت القلب، وهى عادة ما تكون فوق المسافة الثالثة بين الأضلاع فى الجهة اليسرى، وقد يصعب سماع صوت القلب خلال الراحة إلا أن ذلك يكون أسهل عند أداء الحمل البدنى.

يصدر القلب مع كل ضربة من ضرباته صوتين وخاصة عند أداء المجهود البدنى العنيف . . ، ويكون الصوتين «ليوب»، «ديوب» Lub - Dub . . ، وفى بعض الأشخاص يمكن أن يكون الصوت الثانى للقلب مرتفعًا لدرجة أن الفاحص قد يقوم بعد صوت ضربة القلب الكاملة بعد صوتين. ويتم عد الأصوات الصادرة من القلب لفترة ١٠ ثوان، أو ١٥ ثانية، أو ٣٠ ثانية، أو ٦٠ ثانية.

ويلاحظ أن قياس معدل القلب يحتاج إلى قدر من الدقة، لذا عند التدريب على ذلك يفضل أن يتم بأن يقوم ثلاثة أشخاص أو شخصان بالقياس فى نفس الوقت باستخدام طرق مختلفة مثل السمع أو الجس. وتتم مقارنة نتائج القياس بين الفاحصين، وفى هذه الحالة يجب ألا يزيد الفرق عن ضربة أو ضربتين فى الدقيقة، كما يمكن استخدام جهاز رسم القلب كذلك للتأكد من دقة القياس عند تعلم قياس معدل القلب.



ب ـ قياس معدل القلب بطريقة الجس Paplation :

يتم قياس معدل القلب عن طريق جس النبض على الشرايين التالية :

* **الشريان العضدى Barchial Artery :**

ويوجد على السطح الداخلى للعضد خلف العضلة ذات الرأسين العضدية وأسفل الإبط.

* **الشريان السباتى Carotid Artery :**

ويوجد بالرقبة (العنق) على جانب الحنجرة.

* **الشريان الكعبرى Radial Artery :**

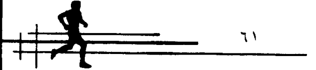
ويوجد على الجانب الوحشى للساعد وعلى خط مستقيم مع الإبهام.

* **الشريان الصدغى Temporal Artery :**

ويوجد على طول الخط الشعرى للرأس من الجهة الصدغية.

وعادة ما يستخدم قياس النبض بالجس على الشريان الكعبرى أو السباتى، ويزداد استخدام الشريان السباتى بصفة خاصة عند أداء الحمل البدنى، ويراعى استخدام الأصبع الأوسط أو السبابة عند الجس مع عدم استخدام الإبهام، حيث إن الإبهام به نبض خاص قد يؤدى إلى عدم دقة القياس.

كما يراعى عدم الضغط بقوة على الشريان السباتى، حيث إن ذلك يسبب رد فعل يظهر على شكل يبطئ معدل النبض، وفى حالة اتصال اللاعب بوسيلة أو جهاز لجمع الغازات أثناء الحمل البدنى فإن القياس على الشريان السباتى قد يواجه بصعوبة نتيجة التوتر فى عضلات الرقبة نتيجة مسك الفم للمبسم الخاص بجهاز جمع هواء الزفير ...، وكذلك الأمر عند أداء أحمال بدنية على الدراجة الثابتة (الأرجوميتر) حيث يلاحظ أن هناك صعوبة فى الإحساس بالنبض فى الشريان الكعبرى، ويرجع ذلك إلى زيادة التوتر العضلى فى القبضة والساعد. لذا وفى مثل هذه الحالات يمكن استخدام الشريان الصدغى أو الشريان العضدى.



جـ - قياس معدل القلب بطريقة العد :

تستخدم ساعة إيقاف، ويتم تشغيل الساعة مع العد فى نفس الوقت لمدة ٦ ثوان، أو ١٠ ثوان، أو ١٥ ثانية، أو ٣٠ ثانيـة، أو ٦٠ ثانية. والطريقة الثانية هى قياس الزمن الذى يتم فيه عد ٣٠ نبضة ثم يستخرج معدل النبض بالمعادلة التالية :

$$\text{معدل النبض} = \frac{١٨٠٠}{\text{زمن ٣٠ نبضة بالثانية}}$$

وبناء على هذه المعادلة أمكن عمل الجدول رقم (٥) لتسهيل عمليات الحساب، حيث يوضح نتائج تحويل ٣٠ نبضة إلى معدل القلب فى الدقيقة.

جدول رقم (٥)

تحويل زمن ٣٠ نبضة إلى معدل القلب فى الدقيقة

زمن ٣٠ نبضة (ثانية)	معدل القلب (ضربة/ق)	زمن ٣٠ نبضة (ثانية)	معدل القلب (ضربة/ق)
٣٦,٠	٥٠	٢٢,٠	٨٢
٣٥,٥	٥١	٢١,٥	٨٤
٣٥,٠	٥١	٢١,٠	٨٦
٣٤,٥	٥٢	١٩,٥	٩٢
٣٤,٠	٥٣	١٩,٠	٩٥
٣٣,٥	٥٤	١٨,٥	٩٧
٣٣,٠	٥٤	١٨,٠	١٠٠
٣٢,٥	٥٥	١٧,٥	١٠٣
٣٢,٠	٥٦	١٧,٠	١٠٦
٣١,٥	٥٧	١٦,٥	١٠٩
٣١,٠	٥٨	١٦,٠	١١٣
٣٠,٥	٥٩	١٥,٥	١١٦
٣٠,٠	٦٠	١٥,٠	١٢٠
٢٩,٥	٦١	١٤,٥	١٢٤
٢٩,٠	٦٢	١٤,٠	١٢٩
٢٨,٥	٦٣	١٣,٥	١٣٣

تابع جدول رقم (٥)

زمن ٣٠ نبضة (ثانية)	معدل القلب (ضربة/ ق)	زمن ٣ نبضة (ثانية)	معدل القلب (ضربة/ ق)
٢٨,٠	٦٤	١٣,	١٣٨
٢٧,٥	٦٥	١٢,٥	١٤٤
٢٧,٠	٦٧	١٢,	١٥
٢٦,٥	٦٨	١١,٥	١٥٧
٢٦,٠	٦٩	١١,٠	١٦٤
٢٥,٥	٧١	١٠,٥	١٧١
٢٥,	٧٢	١٠,	١٨٠
٢٤,٥	٧٣	٩,٥	١٨٩
٢٤,	٧٥	٩,٠	٢٠٠
٢٣,٥	٧٧	٨,٥	٢١٢
٢٣,	٧٨	٨,٠	٢٢٥
٢٢,٥	٨٠		

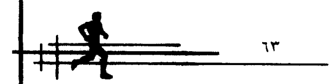
د ـ قياس معدل القلب باستخدام رسم القلب الكهربائى ECG :

يتم استخدام رسم القلب الكهربائى من خلال حساب معدل القلب للمسافة بين أربع ضربات متتالية (مراحل R - R) باستخدام مسطرة ملّيمترية، ويتم تحويل هذه المسافة المقاسة بالملّيمتر إلى معدل ضربات القلب فى الدقيقة بعد معرفة سرعة سريان شريط التسجيل وهى عادة ما تكون ٢٥ ملّيمتر / ثانية.

وعند قياس معدل القلب أثناء الراحة يجب ملاحظة أن هناك عوامل كثيرة تؤثر على معدل القلب منها : درجة الحرارة، القلق، التوتر، الغذاء، التدخين، تناول الشاى والقهوة، الوقت الذى يتم فيه القياس خلال اليوم، وكذلك وضع الجسم أثناء القياس.

٤ ـ مستويات معدل القلب :

يتراوح متوسط معدل القلب ما بين ٦٠ ـ ٨٠ ضربة/ دقيقة فى حالة الراحة، ويريد عن ذلك بحوالى ٧ ـ ١ ضربات لدى الإناث. وقد أمكن تسجيل



معدل القلب لدى رياضيي المستويات العـالية فى أنشطة **التحمل** endurance فوجد أنها تصل فى الراحة إلى ٢٨ ـ ٤٠ ضربة/ دقيقة، بينما قد يصل معدل القلب لدى غيـر الرياضيين أو الذين لديهم انخـفاض فى مسـتـوى حالتهم البدنيـة إلى حوالى ١٠٠ ضربة/ دقيقة (لاتزيد عن ١٠٠ ضربة/ دقـيقة). هذا ويجب مراعاة أن معدل القلب يقل فى وضع الرقـود على الظهر عنه فى وضع الجـلوس أو الوقوف . . ، هذا ويمكن الاسترشاد بالمستويات التالية للحكم على معدل القلب :

* **أقل من ٦٠ ضربة / دقيقة : يعتبر معدلا بطيئا Bradycardia** .
* من ٦٠ ـ ١٠٠ ضربة / دقيقة : يعتبر معدلا عاديا.
* أكثر من ١٠٠ ضربة / دقيقة : يعتبر معدلا سريعا **Tachycardia** .

و ـ قياس ضغط الدم Blood Pressure Measurement :

يعتـبر ضغط الدم فى الشـرايين أحد المؤشرات الهـامة **لحالة** الجـهاز الدورى الوظيفـية، ويرجع ذلك لأن مـقدار ضغط الدم يتـحدد بناء **على** عـدة عوامل من أهمها العـلاقة بين دفع القلب للدم إلى الشرايين والمقاومـة **التى** تواجه سريان الدم فى هذه الشرايين. وفى الحالات العـادية لدفع القلب للدم إلى الشرايين ومنها إلى الشريانات ثم الشعـيرات الدموية فإن ضغط الدم يكون عادة فى المسـتوى العادى، وفى حالة عدم سـلامة هذه العلاقة فإن مـستوى ضغط الدم **لايكون** طبيـعيًا . . ، بمعنى إما أن يكون ضغط الدم مرتفعًا أو منخفضًا.

وتشيـر نتائج الدراسـات الحديثة إلـى أن ضغط الدم **لدى الرياضيـين** يكون طبيـعيًا إذا تـراوح ما بيـن ١٠٥ إلى ١٢٩ مم زئبق للضـغط **الانقباضى** ومـا بيـن ٦٠ ـ ٨٩ مم زئبق للضغط الانبساطى.

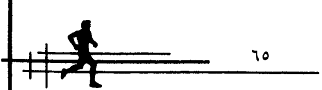
وتعتبـر الطريقة المباشرة لقـياس ضغط الدم **direct method** من أدق طـرق قياس ضغط الدم، وفيها يتم إدخـال إبرة خاصة إلى الشريان **وتحديد** ضغط الدم، إلا أن هذه الطريقة لاتستـخدم إلا فى التجارب العلمية **الدقـيقة** . . ، وهناك طرق أخرى غير مـباشرة indirect methods أكثـرها دقة طريقة **التـسمع** Ausculatory method . . ، وهى الطريقة الأكـثر شيـوعًا فى المستـشفيـات **والعيادات** الطبـية.

وتعتمد هذه الطريقة على استخدام جهاز ضغط الدم Sphygmomanometer وسماعة الطبيب Stethoscope. وتعتمد عملية القياس على رفع ضغط الهواء داخل الكيس الذى يلف حول العضد، ونتيجة لهذا الضغط يغلق الشريان، ويتم تتبع سماع صوت النبض بالسماعة الطبية، يتم بعد ذلك فتح صمام الهواء للمضخة لإخراج الهواء تدريجيًا، وبذلك ينخفض ضغط الهواء الواقع على الشريان، وعندما يصبح الضغط عند مستوى معين يسمح بقوة انقباض عضلة القلب وضغط الدم أن يفوق قوة ضغط الهواء يسمع صوت القلب. عند ذلك يلاحظ على المؤشر مستوى الضغط الذى سمع أول صوت للقلب عنده وهو الضغط الأقصى أو ما يسمى بالضغط الانقباضى أو السيستولى Systolic Blood Pressure ويستمر انخفاض ضغط الهواء مع زيادة صوت القلب حتى الوصول إلى النقطة التى يكون فيها الضغط فى الشريان عند نهاية انبساط عضلة القلب . . ، وعند هذا المستوى يلاحظ تغير فى سماع صوت القلب، وفى النهاية يختفى صوت القلب تمامًا عندما يقل ضغط الهواء بما لايسمح له بالتأثير على سريان الدم فى الشريان، ويتميز تحديد الضغط الانبساطى Diastolic B. P. ببعض الصعوبة نظرًا لاختلاف المعايير المستخدمة لذلك.

ويجب ملاحظة أن تغيرات صوت القلب التى يتم سماعها عند قياس ضغط الدم تمر بخمس مراحل هى :

* **المرحلة الأولى :** عند بدء ظهور صوت القلب عند تحديد الضغط الانقباضى . .
* **المرحلتان الثانية والثالثة :** أثناء انخفاض ضغط الهواء . .
* **المرحلتان الرابعة والخامسة :** تصاحب تحديد الضغط الانبساطى والذى يعتمد على اختفاء صوت القلب.

فى المرحلة الرابعة يمر بعض الدم فى بداية الانبساط Diastole ثم تحدث المرحلة الخامسة باختفاء الصوت تمامًا.



ومن المهم فى هذه الحالة تحديد أى المراحل تستخدم لتحديد الضغط الانبساطى، حيث إن المرحلة الخامسة فى الضغط الانبساطى تكون أكثر انخفاضا من المرحلة الرابعة، وأثناء أداء التمرينات ذات الطبيعة الإيقاعية فإن مستوى المرحلة الرابعة لايتغير عنه أثناء الراحة، وكذلك عند أداء الأحمال البدنية المختلفة.

أما المرحلة الخامسة فإنها تميل إلى الانخفاض مع زيادة الحمل البدنى نتيجة لانخفاض المقاومة الخارجية لسريان الدم فى الشعيرات الدموية . . .، وقد تصل لدى بعض الأفراد أثناء أداء الأنشطة البدنية العنيفة إلى مستوى الصفر (Ploock et al., 1978).

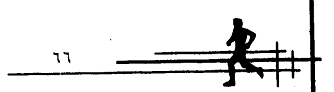
وعند إجراء قياس ضغط الدم تتبع الخطوات التالية :

١ ـ إعداد الشخص قبل القياس حيث يكون فى حالة هادئة لمدة لاتقل عن خمس دقائق. وعند القياس يجلس الفرد الذى يتم عليه القياس ويضع المرفق فى وضع مريح مع بسطه قليلا.

٢ ـ لف الكيس المطاط للجهاز حول العضد وبمستوى القلب، مع ملاحظة أن يكون الشخص فى حالة استرخاء، وعند إجراء القياس أثناء أداء الاختبارات البدنية يوضع فوق الكيس المطاط حلقة من المطاط لتثبيته أثناء العمل البدنى.

٣ ـ تحدد نقطة مرور الشريان العضدى فوق مفصل المرفق، وعادة تكون هذه النقطة فى الجزء الأسفل المتوسط لعظم العضد، وعند تحديدها يمكن وضع علامة عليها بواسطة القلم. وتعتبر القدرة على سرعة تحديد هذه النقطة من العوامل المهمة والمساعدة فى الحصول على نتائج دقيقة، حيث إن عدم القدرة على وضع السماعة الطبية فوق هذه النقطة يقلل من إمكانية سماع صوت القلب.

٤ ـ رفع ضغط الهواء فى داخل الكيس المطاط حتى يصل إلى مستوى ١٨٠ مم زئبق عند القياس فى حالة الراحة، أما أثناء التدريب البدنى فيتم رفع مستوى الضغط حتى ٢٠٠ أو ٢٢٠ مم زئبق، ويتم وضع السماعة الطبية فوق النقطة السابق تحديدها فى الخطوة السابقة.



٥ ـ إخراج الهواء وتقليل الضغط ببطء بمعدل ٢ ـ ٣ مم زئبق فى الثانية، أو لكل نبضة للقلب مع سماع أول صوت للقلب الذى يسمى صوت كورتكوف Korotkoff Sound، ويحدث هذا الصوت نتيجة لاندفاع الدم فجأة عند فتح الشريان وينسب إلى الضغط الانقباضى Systolic Pressure، وتعتبر هذه اللحظة هى المرحلة الأولى لتغيرات صوت القلب.

٦ ـ يستمر انخفاض ضغط الهواء ويلاحظ صوت القلب عندما يبلغ المرحلة الرابعة، ويصبح الصوت مكتوما muffled، وفى المرحلة الخامسة عندما يختفى الصوت تمامًا. ويفضل أن يتم تسجيل الصوت فى كل من المرحلة الرابعة والخامسة.

وقد حدد مورهاوس (Morehouse, 1972) بعض مصادر الخطأ فى قياس ضغط الدم التى يجب تجنبها وهى :

١ ـ عدم دقة جهاز الضغط.

٢ ـ عدم ملاءمة حجم الكيس المطاط من حيث العرض والطول.

٣ ـ عدم دقة سماع الفاحص.

٤ ـ مقدار تغير وضع الكيس المطاط حول العضد.

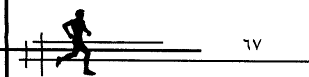
٥ ـ قلة خبرة الفاحص.

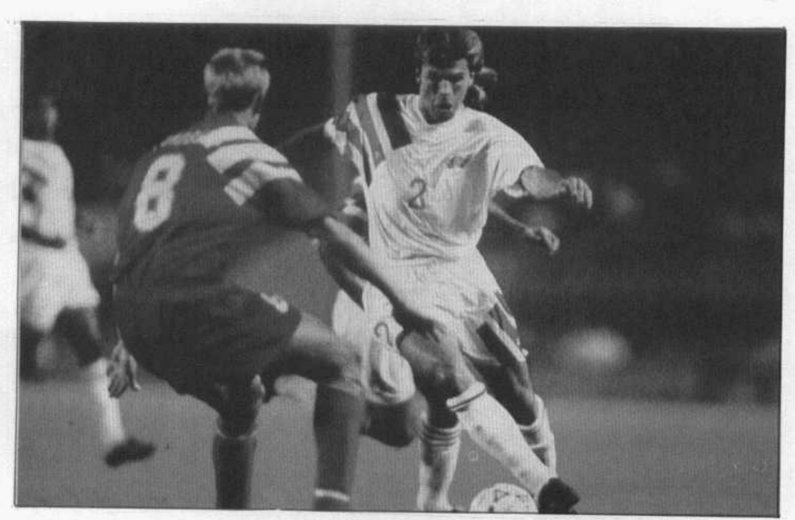
٦ ـ ضعف رد فعل الفاحص.

٧ ـ خطأ وضع السماعة الطبية ومقدار ضغطها.

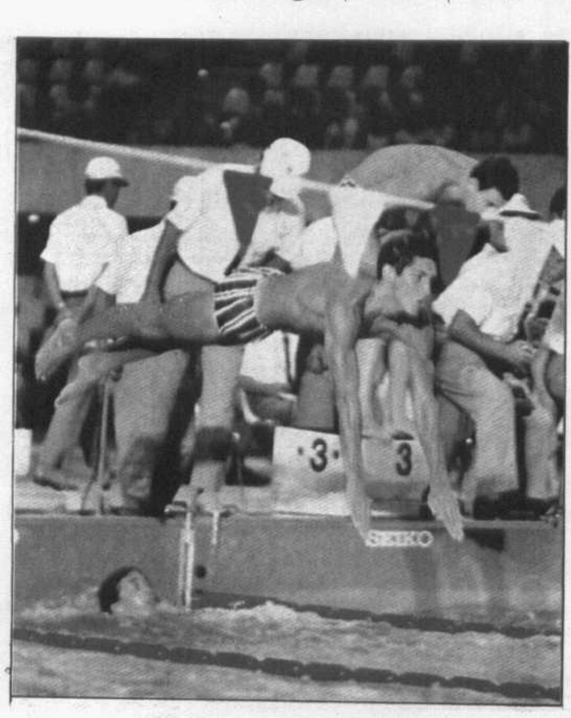
٨ ـ الضوضاء المحيطة.

وغادة ما يكون مستوى ضغط الدم لدى الرياضيين مساويًا للمستويات الطبيعية، إلا أنه فى بعض الأحيان يلاحظ بعض حالات ارتفاع ضغط الدم تبعًا لنوع النشاط الرياضى (فولنوف) حيث تزداد نسبة حالات الارتفاع فى ضغط الدم لدى لاعبى رفع الأثقال يليهم لاعبو كرة القدم . . .، وأقلهم لاعبو الجمباز والسباحة، (انظر الشكل رقم ٨، والشكل رقم ٩).





شكل رقم (٨)
لاعب كرة القدم..، ضغط دم مرتفع

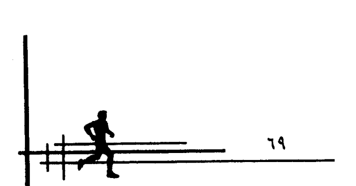


«وضع البدء»
فريق أمريكا في سباق
٤ × ١٠٠م تتابع..،
طوكيو ١٩٦٧
شكل رقم (٩)
لاعب السباحة ـ ضغط
دم منخفض

وقد يرجع ارتفاع ضغط الدم لدى الريضايين إلى أحد الأسباب التالية:

- بداية الإصابة بمرض ارتفاع ضغط الدم . .
- مرض بعض أعضاء الجسم الداخلية . .
- سوء تخطيط حمل التدريب الفردى للرياضى . .
- زيادة حمل التدريب . .
- الإجهاد . .
- زيادة التوترات النفسية.

أمـا ارتفاع ضـغط الدم بعد أداء المجـهود البـدنى مبـاشرة فـيعـتبـر ظاهرة فسيولوجية طبيعية.



وقد كان من المعتقد قديمًا - وهذا خطأ - أن انخفاض ضغط الدم لدى الرياضيين يعتبر مؤشرًا لارتفاع مستوى الحالة التدريبية، ولكن خلال السنوات الأخيرة تغيرت هذه النظرة بناء على تحليل كثير من الحالات، وأصبح ينظر إلى انخفاض ضغط الدم كظاهرة مرضية.

وفي حالات لا تتعدى ٣٣٪ فقط يمكن أن يكون سبب انخفاض ضغط الدم فسيولوجيًا وليس مرضًا. إلا أن النسبة الغالبة ترجع سبب انخفاض ضغط الدم إلى البؤرة الالتهابية المزمنة أو الإجهاد وغيرها . . ، ويرتبط تكرار ظهور حالة انخفاض ضغط الدم تبعًا لاختلاف نوعية التخصص الرياضي.

والجدول رقم (٦) يوضح النسبة المئوية لحالات ارتفاع وانخفاض ضغط الدم تبعًا لاختلاف الأنشطة الرياضية.

كما يوضح الجدول رقم (٧) مستويات ضغط الدم للرجال والسيدات غير الرياضيين.

(٥) قياس وتقويم كفاءة الجهاز الدوري

أولا - الاختبارات الوظيفية للجهاز الدوري :

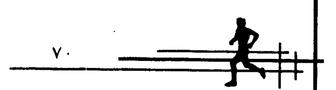
١ - مدخل :

لم يحظَ أى جهاز من أجهزة الجسم بنفس القدر من الاهتمام الذى ناله الجهاز الدورى؛ وذلك من حيث كثرة الاختبارات المعملية والميدانية التى استهدفت قياس كفاءة هذا الجهاز الحيوى الهام.

وتختلف هذه الاختبارات تبعًا لطريقة الأداء والأجهزة والأدوات المستخدمة فى عملية القياس، وكذلك درجة الصعوبة فى تنفيذ الاختبارات.

وفيما يلى نستعرض بعض الاختبارات والقياسات الشائعة لقياس كفاءة الجهاز الدورى . . ، وهى تشمل اتجاهين هما :

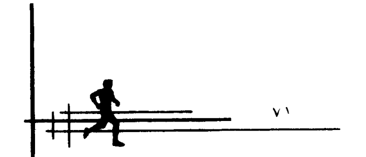
١ - مجموعة الاختبارات الوظيفية . . ، وهى نوعية من الاختبارات تعتمد على البيانات الخام المستخلصة بشكل مباشر من النبض وضغط الدم. . . ، وتفسير المؤشرات الفسيولوجية خلال عملية استعادة الشفاء.



جدول رقم (٦)

حالات ارتفاع وانخفاض ضغط الدم لدى الرياضيين تبعا لاختلاف الأنشطة الرياضية

ارتفاع ضغط الدم		انخفاض ضغط الدم	
نوع الرياضة	٪	نوع الرياضة	٪
رفع الأثقال	٢١,٢	الجمباز	٣ ,
كرة القدم	١٦,٦	ألعاب القوى	٢٥,٦
الكرة الطائرة	١٥,٦	التنس	٢٢,٠
الرقص على الجليد	١٤,٢	السلاح	١٩,٠
التجديف	١٣,٦	الفروسية	١٦,٧
المصارعة	١٢,٦	الرماية	١٤,٨
الانزلاق	١١,٦	رفع الأثقال	١٢,٧
ألعاب القوى	١٠,٦	الدراجات	١٢,٢
الدراجات	٩,٧	الكرة الطائرة	٨,٦
الملاكمة	٩,٦	كرة القدم الأمريكية	٧,٥
كرة السلة	٩,٥	الهوكى	٧,٥
السباحة	٩,١		
الجمباز	٨,٤		

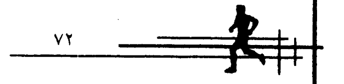


جدول رقم (٧)

مستويات ضغط الدم للرجال والسيدات (غير الرياضيين)

	الانقباضي			الانبساطي		
السن	المدى الطبيعي	المتوسط	الحد الأدنى لارتفاع ضغط الدم	المدى الطبيعي	المتوسط	الحد الأدنى لارتفاع ضغط الدم
السن	الرجال			الرجال		
١٦	١٠٥ - ١٣٥	١١٨	١٤٥	٦٠ - ٨٦	٧٣	٩٠
١٧	١٠٥ - ١٣٥	١٢١	١٤٥	٦٠ - ٨٦	٧٤	٩٠
١٨	١٠٥ - ١٣٥	١٢٠	١٤٥	٦٠ - ٨٦	٧٤	٩٠
١٩	١٠٥ - ١٤٠	١٢٢	١٥٠	٦٠ - ٨٨	٧٥	٩٥
٢٠ - ٢٤	١٠٥ - ١٤٠	١٢٣	١٥٠	٦٢ - ٨٨	٧٦	٩٥
٢٥ - ٢٩	١٠٨ - ١٤٠	١٢٥	١٥٠	٦٥ - ٩٠	٧٨	٩٦
٣٠ - ٣٤	١١٠ - ١٤٥	١٢٦	١٥٥	٦٨ - ٩٢	٧٩	٩٨
٣٥ - ٣٩	١١٠ - ١٤٥	١٢٧	١٦٠	٦٨ - ٩٢	٨٠	١٠٠
٤٠ - ٤٤	١١٠ - ١٥٠	١٢٩	١٦٥	٧٠ - ٩٤	٨١	١٠٠
٥٠ - ٥٤	١١٥ - ١٦٠	١٣٥	١٧٥	٧٠ - ٩٨	٨٣	١٠٦
٥٥ - ٥٩	١١٥ - ١٦٥	١٣٨	١٨٠	٧٠ - ٩٨	٨٤	١٠٨
٦٠ - ٦٤	١١٥ - ١٧٠	١٤٢	١٩٠	٧٠ - ١٠٠	٨٥	١١٠
السن	السيدات			السيدات		
١٦	١٠٠ - ١٣٠	١١٦	١٤٠	٦٠ - ٨٥	٧٢	٩٠
١٧	١٠٠ - ١٣٠	١١٦	١٤٠	٦٠ - ٨٥	٧٢	٩٠
١٨	١٠٠ - ١٣٠	١١٦	١٤٠	٦٠ - ٨٥	٧٢	٩٠
١٩	١٠٠ - ١٣٠	١١٥	١٤٠	٦٠ - ٨٥	٧١	٩٠
٢٠ - ٢٤	١٠٠ - ١٣٠	١١٦	١٤٠	٦٠ - ٨٥	٧٢	٩٠
٢٥ - ٢٩	١٠٢ - ١٣٠	١١٧	١٤٠	٦٠ - ٨٦	٧٤	٩٢
٣٠ - ٣٤	١٠٢ - ١٣٥	١٢٠	١٤٥	٦٠ - ٨٨	٧٥	٩٥
٣٥ - ٣٩	١٠٥ - ١٤٠	١٤٢	١٥٠	٦٥ - ٩٠	٧٨	٩٨
٤٠ - ٤٤	١٠٥ - ١٥٠	١٢٧	١٦٥	٦٥ - ٩٢	٨٠	١٠٠
٤٥ - ٤٩	١٠٥ - ١٥١	١٣١	١٧٥	٦٥ - ٩٦	٨٢	١٠٥
٥٠ - ٥٤	١١٠ - ١٦٥	١٣٧	١٨٠	٧٠ - ١٠٠	٨٤	١٠٨
٥٥ - ٥٩	١١٠ - ١٧٠	١٣٩	١٨٥	٧٠ - ١٠٠	٨٤	١٠٨
٦٠ - ٦٤	١١٥ - ١٧٥	١٤٤	١٩٠	٧٠ - ١٠٠	٨٥	١١٠

(*) Reprinted with permission from El: lally and Company, Indianapdis, Indiana for :
Russell. G. K., (1978) : Laboratry Investigations in Human Physiology, Macmillan Publishing Co., Inc., New York. p. 50.



٢ ـ مجموعة الاختبارات الميـدانية التى يمكن أن يستخدمها المدرب الرياضى أو مدرس التربية الرياضية وهى لا تتطلب تفسيـرات إضافية للنتائج، حيث تعتمد على مستويات Standards ومعايير Norms مقننة Standardizition يسهل معها على المدرب والمدرس والمهتم إجراء مقارنات سليمة بين الممارسين والرياضيين دون حاجة إلى التفسيرات الفسيولوجية التى تقوم عليها هذه الاختبارات.

٢ ـ ماهية الاختبارات الوظيفية للجهاز الدورى وأنواعها :

نستعرض فى هذا الجزء من الكتاب مدى إمكانية استخدام بعض الاختبارات الوظيفيـة التى تعتمد على قيـاسات معدل النبض وضغط الدم خلال فـترة الراحة وكذلك بعد الحمل البدنى المقنن . . ، مع بعض التفسـيرات العلمية للتغيرات التى تحدث على هذين المؤشرين خـلال فترة الاستشـفاء . . . وهى تفسيرات لها قـيمة كبيرة فى تفسير الحالة الوظيفية للرياضيين.

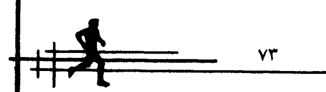
وتستـخدم تغيـرات معدل القلب ومـستوى ضـغط الدم بعد الحـمل البدنى للحكم على مدى تكيف الجهاز الدورى لأداء الحمـل البدنى المعين، وبهذا يستطيع المدرب وضع الجرعات التدريبية الملائمة لكل لاعب.

وهناك اختـبارات وظيفـية عديدة يمكن اسـتخدامـها لاختـبار حالة الجـهاز الدورى لدى الرياضيـين، ويشترط فـيها أن تـكون مقننة ومحـددة بدقة . . ، هذا ويمكن تصنيف هذه الاختبارات إلى ثلاث مجموعات هى :

أ ـ اختبارات الحمل البدنى المقنن : وتتضمن أداء أحمال بدنية مقننة مثل :

- ثنى الركبتين كاملا من وضع الوقوف ٢٠ مرة خلال ٣٠ ثانية.
- جرى فى المكان لمدة دقيقتين بسرعة ١٨٠ خطوة فى الدقيقة.
- ثلاث دقائق جرى فى المكان بسرعة ١٨٠ خطوة فى الدقيقة.
- ١٥ ثانية جرى فى المكان بأقصى سرعة.

وهناك أيضًا اختبـارات ثنائية وثلاثية الحمل بالإضافة إلى اخـتبارات الدراجة الثابتة (الأرجوميتر) واختبار الخطو وغيرها.



ب - اختبارات مع تغييـر البيئة المحيطة : وتشمل هذه الاختـبارات نوعا من التدخل الصناعى لتـغيير البـيئة التى يتم فيـها أداء الاختبـار وذلك عن طريق مزج هواء التنفس بزيادة أو نقص مكونات الهواء الجوى (نسبة الأكسچين أو ثانى أكسيد الكربون) عن طريق كتم النفس، والتواجد فى أجواء مختلفة الضغوط.

وتشمل أيضًا هذه المجمـوعة الاختبارات التى تستخدم فيـها تأثيرت حرارية مختلفة مثل البرودة والتدفئة.

جـ - اختبارات العقاقير : وتشمل هذه الاختبارات دراسـة أثر أنواع مختلفة من العقاقير على الجهاز الدورى والتى يمكن حقنها.

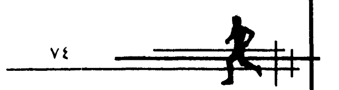
وبالإضافة إلى الاختـبارات السابقة هناك أيضًا اختـبارات أخرى تختلف عن المجموعات التى تم عرضها فى كونها لها صفة الخصوصية لنوع معين من الأنشطة الرياضة مـثل الملاكمـة والتجـديف بجهاز خـاص . . . وفيـما يلى تفـاصيل هذه الاختبارات.

٣ - قياس النبض والضغط فى الراحة وبعد الحمل البدنى :

لتحقـيق ذلك يستخدم أحـد أنواع الحمل البدنى المقنن سابقـة الذكر، ويعد لذلك أدوات القياس التالية :

- جهاز قياس ضغط الدم.
- سماعة طبية.
- ساعة إيقاف لقياس معدل النبض.
- جهاز مترونوم لضبط توقيت الحركة أثناء أداء الحمل البدنى.
- وسـيلة لأداء الحمل البـدنى (جـهاز الدراجـة الثابـتة، صندوق لاخـتبـار الخطو).
- بطاقة للتسجيل.

قبل أداء الاختبار يجب تسجيل البيانات الشـخصية للمختبر على أن تشتمل إحساس المختـبر بحالته، والأمراض السابقة، أو بيـانات عن الحالة الرياضية . ،



وبدون هذه البيانات لايمكن الحصول على تقويم سليم للبيانات التى يمكن الوصول إليها.

أ - قياس معدل النبض وضغط الدم أثناء الراحة :

يحسب النبض من على الشريان الكعبرى Arterial Radialis لمدة عشر ثوان، ويكرر ذلك عدة مرات، ويحدد معدل النبض فى الدقيقة بضرب عدد النبضات المقاس فى عشر ثوانى × ٦.

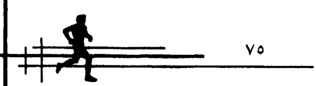
يوصف معدل النبض بالانضباط الإيقاعى (الاستقرار) عندما لايختلف معدل النبض فى كل مرة قياس (خلال عشر ثوان) عن نبضة واحدة. أما إذا اختلف معدل قياس النبض فى كل مرة قياس عن نبضة واحدة فإن هذا يعنى أن المختبر لم يصل إلى الإيقاع المنشود. كأن يكون فى أربع مرات قياس كل منها عشر ثوان ٩، ١٢، ١٠، ٨ نبضة.

وإلى جانب قياس معدل النبض تستخدم قياسات ضغط الدم، وعند إجراء قياسات ضغط الدم المبدئية يراعى أن القياس على كلا الذراعين، حيث قد يختلف الضغط فى كل منهما بسبب عدم تساوى انتشار الأوعية الشريانية. فإذا اختلف ناتج القياس فى ذراع عن الأخرى بأكثر من ١٠ مم/زئبق يراعى عند تكرار القياس أن يكون على الذراع الذى سجل قيمة أكبر فى ضغط الدم، هذا وتسجل أرقام الضغط الانقباضى والضغط الانبساطى بهذه الطريقة (١٢٠/ ٧٠ مم/زئبق) سواء كان للذراع الأيمن أو الأيسر ..، حيث تمثل ١٢٠ ضغط الدم الانقباضى، ٧٠ ضغط الدم الانبساطى.

هذا ويجب تدريب القائمين بالقياس على سرعة قياس معدل النبض فى عشر ثوان، على أن يخصص باقى الدقيقة لقياس ضغط الدم.

ب - أداء الحمل البدنى وقياس معدل النبض والضغط خلال فترة الاستشفاء :

بعد قياس معدل النبض والضغط فى الراحة يقوم المختبر بأداء أى حمل بدنى مقنن (كما سبق ذكره)، ويقرر هذا الحمل البدنى تبعًا لحالة المختبر الصحية وإمكاناته الوظيفية.



وينصح بالنسبة للرياضيين المبتدئين أو العائدين من أجازات مرضية استخدام حمل بدنى ذى فترة أداء واحدة، مثل ثنى الركبتين مع رفع الذراعين أمامًا لمدة ٣٠ ثانية متصلة، أو الجرى فى المكان لمدة دقيقتين بسرعة ١٨٠ خطوة/ دقيقة، أو اختبار الخطو.

هذا ويجب مراعاة تقنين الإيقاع الحركى للأداء، وكذلك المواصفات الفنية للأداء الحركى نفسه . . ، فمثلا ثنى الركبتين خلال ٣٠ ثانية يجب أن يكون الثنى كاملا، وأن تمد الذراعان أمامًا للتوازن مع ثنى الركبتين.

وبالنسبة للجرى فى المكان لمدة دقيقتين بسرعة ١٨٠ خطوة/ دقيقة يجب استخدام جهاز ضبط التوقيت (المترونوم) لتنظيم سرعة الجرى، ويجب ثنى الفخذين حتى زاوية ٧٠ درجة، والركبة مع الفخذ فى زاوية من ٤٥ ـ ٥٠ درجة، وأن يكون هناك حرية فى حركة الذراعين كما هو الحال فى وضع الجرى العادى.

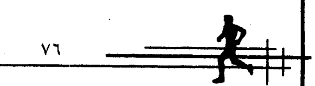
وبالنسبة لاختبار الخطو يجب تقنين الحمل عن طريق مقدار ارتفاع الصندوق، وسرعة الصعود والهبوط فوق الصندوق، مع استخدام جهاز المترونوم لتحقيق ذلك.

بعد الانتهاء من الأداء مباشرة يتم قياس معدل النبض فى أول عشر ثوانى، وفى باقى الدقيقة (٥٠ ثانية) يتم قياس الضغط . . . ، ويكرر ذلك كل دقيقة لمدة خمس دقائق (خمس قياسات) مع تسجيل النتائج فى البطاقة المعدة لذلك.

والاستمارة الواردة فى الشكل رقم (١٠) توضح نموذجا لبطاقة التسجيل موضحاً عليها مثال لقياسات معدل النبض وضغط الدم.

٤ ـ تقويم نتائج القياس :

تحدث تغيرات فى وظائف الجهاز الدورى نتيجة لأداء الحمل البدنى، ويجب على الدارس أن يكون لديه إمكانية تقدير وتقويم هذه الوظائف عن طريق مقارنة النتائج بالقياسات القبلية لحالة الجهاز الدورى.



استمارة تسجيل
معدل النبض والضغط خلال فترة الاستشفاء

※ الاسم : .... النادى : ....

※ تاريخ الميلاد : .... عدد سنوات الممارسة : ....

※ الطول : .... سم. الوزن : .... كجم.

※ التاريخ المرضى : ....

....

....

※ نوع الرياضة التخصصية : ....

※ تاريخ القياس : ....

القياسات	فترة الاستشفاء بالدقيقة				
	١	٢	٣	٤	٥
معدل النبض فى ١٠ ثوانى	٢	١٦	١٢	١١	١١
ضغط الدم	١٤٠/ ٦٠	١٣٠/ ٧٠	١٢٠/ ٧٠	١٢٠/ ٧٠	١٢٠/ ٧٠

ملاحظات : ....

....

توقيع المشرف على القياس

(..................................)

شكل رقم (١٠)

نموذج بطاقة تسجيل لسرعة النبض والضغط خلال فترة الاستشفاء

والتغيـرات الوظيفية للجهـاز الدورى تتلخص فى زيادة الدورة الدموية أثناء العمل البدنى لكى توفر كـمية أكبر من الأكسجـين للخلايا، وتخليص هذه الخلايا من ثانى أكسيـد الكربون. وعادة ما يتم ذلك بطريقتـين أساسيتـين إحداهما زيادة معـدل القلب، والأخرى زيادة حـجم الدم الذى يضخه القلـب فى كل ضربة من ضرباته.

ولدراسة اسـتجابة الجـهاز الدورى لأداء الحمل الـبدنى يلزم دراسة القـياس القبلى لمعدل النبض وضـغط الدم، ثم دراسة درجة ونوعية التغـيرات التى حدثت بعد أداء الحمل البدنى المقنن مباشرة، وكذلك خلال فترة الاستشفاء (زمن الوصول إلى مستوى القياس القبلى) أى يمكن دراسة النتائج والمقارنات التالية :

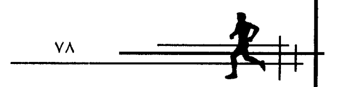
- معدل النبض والضغط قبل أداء العمل.
- معدل النبض والضغط بعد أداء العمل البدنى مباشرة.
- مقارنة معدل النبض والضغط قبل وبعد أداء العمل البدنى.
- رسم منحنى مـعدل النبض والضـغط خلال القـياسـات الخمسـة التى يتم قياسها بعد انتهاء الأداء البدنى مباشرة.
- تحديد زمن العـودة لحالة الاستشفـاء (من لحظة انتهاء العمل الـبدنى حتى العودة لمستوى معدل النبض والضغط قبل أداء العمل البدنى).

وفيما يلى التفسيرات الفسيولوجية لبعض هذه القياسات:

أ ـ تقويم تغيرات معدل النبض وضغط الدم في الراحة :

بعد قياس مـعدل النبض وضغط الدم نحصل على أرقام تحتـاج إلى تفسير، مثلا ماذا تعنى ٦٠ نبضة/ دقيقة، وهل تعتبر معدل نبض عادى أم غير ذلك، لذلك يلزم تقويم هذه القياسات وفقًا لما يلى :

- إذا قل معـدل النبض أثناء الراحة عن ٦٠ ضـربة/ دقيقـة، فإن ذلك يعنى حدوث ظاهرة «بطء معدل القلب»، وهى ظاهرة تدل لدى الرياضيين على اقتصاد نشاط القلب . . ، إلا أن هذه الظاهرة قد تظهر أيضًا فى حالات الإجهاد أو بعض



أمراض القلب، ولكن عدم الشكوى من الإجهاد أو أمراض القلب عند تسجيل البيانات الأولية يجعلنا نعتبر هذه الحالة طبيعية بالنسبة للرياضيين.

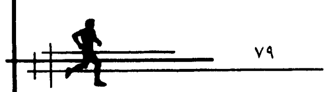
- إذا كان معدل النبض أكثر من ٨٠ نبضة/ دقيقة فإن ذلك يدل على ظاهرة «سرعة معدل القلب» . . ، وتعتبر هذه الظاهرة سلبية إذا كانت أثناء الراحة، وقد تتسبب فى سرعة الاستشفاء بعد أداء الحمل البدنى وتدل على ضعف القلب.

- يجب أن يكون معدل النبض فى الراحة متنظمًا (الإيقاع)، ويدل ذلك على تساوى معدل النبض عند قياسه عدة مرات لمدة ١٠ ثوان فى كل مرة، إلا أنه أحيانًا ما يلاحظ عدم انتظام معدل النبض نتيجة لحركات التنفس، فعند الشهيق يزداد معدل النبض، بينما تقل سرعته عند الزفير. وهذه الظاهرة تعتبر ظاهرة وظيفية ترتبط بالتأثير الانعكاسى من المستقبلات الحسية الرئوية على مركز العصب الحائر.

وبالنسبة لقياسات ضغط الدم ففى حالة زيادته عن ٧٩/١٢٩ يعتبر ضغطًا مرتفعًا. أما إذا قل عن ١٠٠/ ٦٠ فيعتبر ضغطًا منخفضًا. ويصبح الضغط منخفضًا فى حالة الراحة، فى حالة الإجهاد أو مصاحبًا لبعض الأمراض مثل الالتهاب الكلوى المزمن، ويمكن أن تصبح ظاهرة ضغط الدم ظاهرة فسيولوجية لدى الرياضيين عندما تكون دليلا على ارتفاع الحالة التدريبية، أو قد تظهر كحالة مرضية نتيجة لبعض أمراض تسوس الأسنان، واللوز المزمنة، أو التهاب المرارة المزمن. وفى حالة شكوى اللاعب بالضعف أو الصداع مع وجود حالات مرضية يمكن أن يفسر انخفاض ضغط الدم هنا على أنه ظاهرة مرضية.

ب - تقويم تغيرات معدل النبض والضغط بعد الأداء مباشرة :

يمكن الحكم على مدى تكيف القلب للحمل البدنى بدراسة وتقويم تغيرات معدل النبض وضغط الدم بعد الأداء مباشرة خلال الدقيقة الأولى، مع ملاحظة أن تكيف القلب للتدريب يكون عن طريق زيادة حجم الدم المدفوع مع انخفاض فى معدل القلب.



أما بالنسبة للقلب غير المدرب فيلاحظ زيادة معدل القلب مع قلة الزيادة فى حجم الدم المدفوع فى الضربة.

١ ـ تقويم معدل النبض :

لتقـويم معدل النـبض عند أداء الحمل البدنى يسـتخدم أسلـوب المقارنة بين معدل النبض فى القياس القبلى ومعدل النبض فى القياس البعدى باستخدام النسبة المئوية للزيادة. باعتبار أن معدل النبض فى القياس القبلى يعتبر ١٠٠٪.

ومثـال على ذلك: إذا كان مـعدل النبض قبل أداء الحـمل البدنى (القـياس لعشر ثـوانى) كانت ١٢ نبضة، وبلغت فى القـياس البعدى ٢٠ نبـضة. بناء على ذلك تحسب النسبة المئوية لزيادة معدل القلب كما يلى :

أ ـ حساب فرق القياسين :

= القياس البعدى ـ القياس القبلى

= ٢٠ ـ ١٢ = ٨

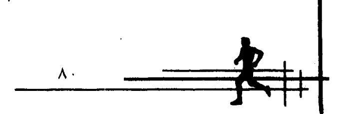
ب ـ النسبة المئوية لزيادة معدل النبض :

$$= \frac{\text{الفرق بين القياسين}}{\text{القياس القبلى}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{٨}{١٢} \times ١٠٠$$

= ٦٧ ٪

وبذلك تكون النسبة المئوية لزيادة معدل النبض بعد أداء الحمل البدنى ٦٧٪، ويمكن استـخدام (الجـدول رقم ٨) الذى يوضح إمكانية استـخراج مـعدل النبض مباشرة دون استخدام المعادلة السابقة.



جدول رقم (٨)

حساب النسبة المئوية لزيادة سرعة النبض خلال الدقيقة الأولى من فترة الاستشفاء بعد أداء الحمل البدنى

معدل النبض في ١٠ ثوان أثناء الراحة	سرعة النبض فى ١٠ ثوان بعد أداء الحمل البدنى												
	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
٧	١٤	٢٨	٤٣	٥٧	٧١	٨٦	١٠٠	١١٤	١٢٨	١٤٣	١٥٧	١٧١	١٨٦
٨		١٢	٢٥	٣٧	٥٠	٦٢	٧٥	٨٧	١٠٠	١١٢	١٢٥	١٣٧	١٥٠
٩			١١	٢٢	٣٣	٤٤	٥٥	٦٦	٧٧	٨٨	١٠٠	١١١	١٢٢
١٠				١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠	١٠٠
١١					٩	١٨	٢٧	٣٧	٤٥	٥٤	٦٤	٧٢	٨١
١٢						٨	١٧	٢٥	٣٣	٤٢	٥٠	٥٨	٦٧
١٣							٨	١٥	٢٣	٣١	٣٨	٤٦	٥٤
١٤								٧	١٤	٢١	٢٨	٣٦	٤٣
١٥									٧	١٣	٢٠	٢٧	٣٣
١٦										٦	١٢	١٩	٢٥

معدل النبض في ١٠ ثوان أثناء الراحة	سرعة النبض فى ١٠ ثوان بعد أداء الحمل البدنى												
	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣
٧	٢٠٠	٢١٤	٢٢٨	٢٤٣	٢٥٧	٢٧١	٢٨٦	٣٠٠	٣١٤	٣٢٨	٣٤٣	٣٥٧	٣٧١
٨	١٦٢	١٧٥	١٨٧	٢٠٠	٢١٢	٢٢٥	٢٣٧	٢٥٠	٢٦٢	٢٧٥	٣٠٠	٣١٢	٣١٢
٩	١٣٣	١٤٤	١٥٥	١٦٦	١٧٧	١٨٨	٢٠٠	٢١١	٢٢٢	٢٧٣	٢٤٤	٢٥٥	٢٦٦
١٠	١١٠	١٢٠	١٣٠	١٤٠	١٥٠	١٦٠	١٧٠	١٨٠	١٩٠	٢٠٠	٢١٠	٢٢٠	٢٣٠
١١	٩١	١٠٠	١٠٩	١١٨	١٢٧	١٣٧	١٤٥	١٥٤	١٦٤	١٧٢	١٨١	١٩٠	٢٠٠
١٢	٧٥	٨٣	٩٢	١٠٠	١٠٨	١١٧	١٢٥	١٣٣	١٤٢	١٥٠	١٥٨	١٦٧	١٧٥
١٣	٦١	٦٨	٧٧	٨٥	٩٢	١٠٠	١٠٨	١١٥	١٢٣	١٣١	١٣٨	١٤٦	١٥٤
١٤	٥٠	٥٧	٦٤	٧١	٧٨	٨٥	٩٢	١٠٠	١٠٧	١١٤	١٢١	١٢٨	١٣٦
١٥	٤٠	٤٧	٥٣	٦٠	٦٧	٧٣	٨٠	٨٥	٩٣	١٠٠	١٠٧	١١٣	١٢٠
١٦	٣١	٣٧	٤٤	٥٠	٥٦	٦٢	٦٩	٧٥	٨١	٨٧	٩٤	١٠٠	١٠٦

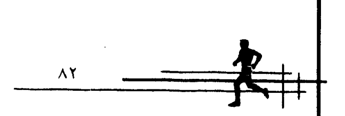
فى حالة استـخدام أداء بدنى عبارة عن ثنى الركـبتين ٢٠ مرة، فـإن النسبة المئوية لزيادة معدل النبض إذا بلـغت من ٦٠ ـ ٨٠٪ فإنها تعتبر طبيعـية. كما أن هذه الزيادة إذا بلغت ١٢٠ ـ ١٥٠ ٪ عند أداء جهد بدنى عبارة عن عدو فى المكان لمدة ١٥ ثانية فإنها تكون طبيعية أيضًا.

والجدول التالى يوضح الزيادة الطبيعية للنسبة المئوية لزيادة معدل النبض بعد أداء بعض النماذج الحركية (جدول رقم ٩).

جدول رقم (٩)
النسبة المئوية لزيادة معدل النبض
بعد أداء بعض النماذج الحركية

م	الاداء البدنى	النسبة المئوية لزيادة معدل النبض (٪)
١	ثنى ومد الركبتين ٢٠ مرة.	٦٠ ـ ٨٠ ٪
٢	العدو فى المكان لمدة ١٥ ثانية.	١٢٠ ـ ١٥٠ ٪
٣	الجرى فى المكان لمدة دقيقتين.	١٠٠ ٪
٤	اختبار الخطو لمدة خمس دقائق باستخدام صندوق ارتفـاعه ٤٠ سم، وبسـرعة ٩٠ خطوة فى الدقيقة.	١٠٠ ٪
٥	جرى ٣ دقائق.	١٠٠ ـ ١٢٠ ٪

وتعتبر زيادة معدل النبض دليلا على عدم كفاية التدريب، وكلما زادت كفاءة القلب قلت نسبة زيادة معدل القلب عند أداء نفس الحمل البدنى المقنن، مع مراعاة الالتـزام بالدقـة أثناء أداء الحمل حـيث إن أى تغـيـر فى ظروف الأداء يؤدى إلى تغيرات أخرى فى النبض.



٢ ـ تقويم تغيرات ضغط الدم :

يلاحظ عند تقويم ضـغط الدم بعد أداء الاختـبار الوظيفى البـدنى أن يوجه الانتباه إلى كل من الضغط الانقباضى والـضغط الانبساطى ونبض الضغط، حيث يلاحظ فى هذه المؤشرات تغيرات مختلفة.

وبصفة عامة يزيد ضغط الدم الانقبـاضى نتيجة للحمل البدنى حوالى ١٥ ـ ٣٠٪، ويقل ضغط الدم الانبساطى حوالى ١٠ ـ ٣٠٪، أو قد لايتغير بالمقارنة مع القياس القبلى. ونـتيجة لزيادة الضغط الانقباضى ونقص الضـغط الانبساطى يزيد ضـغط النبض بنفس النسـبة المئـوية لزيادة النبض بعـد أداء الحمل البـدنى وتبعًـا لاختلاف شدته.

وتحسب النسبة المئوية لضغط النبض كما تحسب بالنسبة لسرعة النبض، حيث يعتبر ضغط النبض فى الراحة ١٠٠٪، ويمكن اسـتخدام (الجدول رقم ٩) لتحديد النسبة المئوية لزيادة ضغط النبض.

جـ ـ المقارنة بين تغيرات معدل النبض وضغط الدم :

يجب مقارنة تغيرات معدل النبض بتـغيرات ضغط الدم، حيث يساعد ذلك على الكشف عن كيـفية حـدوث عمليات التكـيف للحمل البدنى. إذ إن مـقارنة النسب المئـوية لزيادة معدل النبض مـع ضغط الدم تساعـد فى التعـرف على مدى ملاءمـة استجابة مـعدل النبض مع تغيـرات ضغط الدم، حيث تتـميز الاسـتجابة الطبيعيـة لأداء الحمل البدنى بمدى تناسق تغيرات هذين القـياسين، حيث يجب أن تطابق نسبـة الزيادة المئوية لسرعـة النبض نفس مقـدار النسبة المئـوية لزيادة ضغط النبض أو تكون أقل منها قليلا. كما يجب تحديد نوعية هذه المقارنة بطريقة كمية، وهناك خمسة أنواع من الاستجابات لمقـارنة سرعة النبض بضغط الدم هى كما يلى (انظر الشكل رقم ١١).

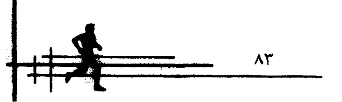
١ ـ الاستجابة العادية.

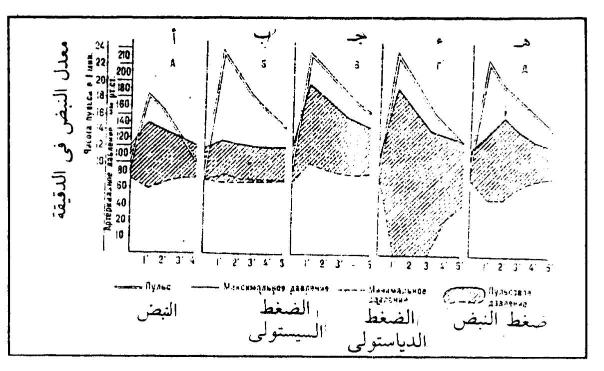
٢ ـ الاستجابة المنخفضة (التى تتميز بانخفاض ضغط الدم).

٣ ـ الاستجابة المرتفعة (التى تتميز بارتفاع ضغط الدم).

٤ ـ الاسـتجـابة غيـر المتـدرجة (التى تتـميـز بعـدم الانتظام بين الارتفاع والانخفاض).

٥ ـ الاستجابة المتدرجة.





أ - الاستجابة العادية. ب - الاستجابة المنخفضة.

جـ - الاستجابة المرتفعة. د - الاستجابة المتدرجة.

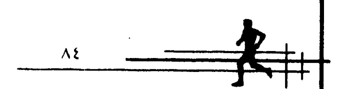
شكل رقم (١١)

أنواع استجابات النبض وضغط الدم لأداء الحمل البدنى المقنن

*** الاستجابة العادية :**

تطلق على تغيرات الضغط ومعـدل النبض عندما تتطابق النسبة المئوية لزيادة معـدل النبض مع النسـبة المئـوية لزيادة ضغط النبض . . ، وفى هذه الحـالة يرتفع الضغط الانقباضى ويقل الضغط الانبساطى.

وتعتبر الاستجابة العادية مـقبولة، حيث تدل على أن التكيف للحمل البدنى قد تمت نتيجة لزيادة حجم الدفع القبلى، ويستدل على ذلك بزيادة ضغط النبض، حيث إن زيادة الضغط الانقباضى تعكس قـوة انقباض البطين الأيسر للقلب، بينما انخفـاض الضغط الانبـساطى يعكس انخـفاض توتر الشـرايين فى المساعـدة على توصيل الدم للأنسجـة، كما يمكن اعتـبار زيادة معدل النبض وعدم تغـير الضغط الانبساطى من المتغيرات العادية.



مثال :

الجدول رقم (١٠) يوضح نتائج أحد القياسات :

جدول رقم (١٠)

مثال توضيحى للاستجابة العادية

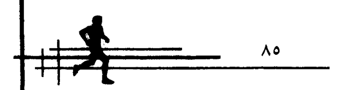
المؤشـرات	القياس القبلى	القياس البعدي
معدل سرعة النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	١٩
ضغط الدم.	٧٠/١١٠	٧٠/١٥٠
ضغط النبض.	٤٠	٨٠

بناء على هذا المثال السابق فـإنه يلاحظ أن معدل النبض قد زاد ٩٠٪، وزاد ضغط النبـض ١٠٠٪، وتعتبـر هذه الاستجـابة عادية، والاسـتجابـة العادية هى الاستجابة المثـالية بالنسبة للاعبين المدربين، وبالرغم من ذلك تحـدث الاستجابات الأخرى غير المثالية.

*** الاستجابة المنخفضة :**

وتتميز هذه الاسـتجابة بالتكيف مع الحمل البدنى أسـاسًا على حساب زيادة معدل القلب، بينمـا يقل الاعتماد على حجم الدم المدفـوع. ولايحدث اتفاق بين معـدل النبض وضغط النبض حيث يزيد النـبض إلى ١٢٠ ـ ١٥٠٪، بينما لايزيد ضغط النبض عن ١٢ ـ ٢٥٪، وقد لايتغير مطلقًا، وأحيانًا يقل عن القياس القبلى.

وفـى مثـل هـذه الأحوال لايـزيـد الضـغط الانقباضى بدرجـة كبـيرة «فى حدود ٥ ـ ١٠مم/زئبق» أو قد يبقى كما هو بدون تغـير، وأحيانًا يقل عن القياس القبـلى. وقد يظل أيضًـا الضغط الانبـساطى بدون تغـير، أو قـد تحدث زيادة أو انخفاض بدرجة بسيطة، وهذه الاستجابة تعكس عيبا وظيفيا فى القلب..، وفيما يلى بعض الأمثلة لتوضيح هذه الظاهرة :



مثال (١) :

الجدول رقم (١١) يوضح المثال الأول :

جدول رقم (١١)

مثال (١) للاستجابة المنخفضة

المؤشـــــرات	القياس القبلى	القياس البعدى
معدل النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	٣٠
الضغط.	٧٠/١١٠	٧٠/١١٥
ضغط النبض.	٤٠	٥٠

يلاحظ فى هذا المثال أن نسبة الزيادة فى معدل النبض بلغت ١٥٠٪، بينما زاد ضغط النبض ٢٥٪، أى نسبة الزيادة الكبيـرة فى معدل النبض لم يقابلها زيادة مماثلة فى ضغط النبض.

مثال (٢) :

الجدول رقم (١٢) يوضح المثال الثانى :

جدول رقم (١٢)

مثال (٢) للاستجابة المنخفضة

المؤشـــــرات	القياس القبلى	القياس البعدى
معدل النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	٣٠
الضغط.	٧٠/١١٠	٧٠/١٠٠
ضغط النبض.	٤٠	٣٠

يلاحظ فى هذا المثال أن نسبة الزيادة فى معدل النبض بلغت ٢٠٠٪، بينما قل ضغط النبض ٢٥٪، وهذه النوعية من الاستجابات نادرًا ما تلاحظ بعد

الاختبـار الوظيفى، فى حين تلاحظ دائما بعـد الحمل البدنى الذى يتميـز بالحركة الوحيـدة المتكررة لفتـرة طويلة بشدة متـوسطة مثل الجـرى والسباحـة والدراجات والتجديف، وتعتبر هذه الاستجابة تعبيرا عن التعب العام الشديد.

*** الاستجابة المرتفعة :**

تتميز الاستـجابة المرتفعة بزيادة كبيرة فى الضـغط الانقباضى حتى يصل فى زيادته هذه إلى ١٨٠ ـ ١٩٠ مم/زئبق، مـع زيادة أيضا فى الـضغط الانبـسـاطى تصل إلى ٩٠ ـ ١٠٠ مم/زئبق، ويصاحب ذلك زيادة كبيرة فى معدل النبض.

والمثال التالى الموضح فى الجدول رقم (١٣) يوضح هذه الاستجابة.

جدول رقم (١٣)

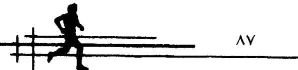
مثال للاستجابة المرتفعة

المؤشـــــرات	القياس القبلى	القياس البعدى
معدل النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	٢٣
الضغط.	٧٠/١١٠	٩٠/١٩٠
ضغط النبض.	٤٠	١٠٠

يلاحظ فى هذا المثـال أن زيادة معـدل النبض بلغت ١٣٠٪، وبلغت الزيادة فى ضغط النبض ١٥٠٪، وهذه الاستـجابة غير مقـبولة وتدل على الزيادة المفرطة فى عمل القلب. إلا أن هذه الاستجـابة لاتظهر دائمًا بصورة واضحة، كمـا تعتبر زيادة الضغط الانبـساطى بعد أداء الاختـبار الوظيفى حـتى ٩٠ مم/زئبق مع عدم وجود زيادة كبيرة فى الضغط الانقباضى أحد أنواع الاستجابة المرتفعة.

*** الاستجابة غير المتدرجة :**

تتميز هذه الاستجابة بزيادة فى تغيرات الضغط الانقباضى تصل إلى أكثر من ١٨٠ مم/زئبق، وتظهـر ظاهرة «الصوت اللانهـائى» بالنسبـة للضغط الانبـساطى حيث يسمع صوت النـبض أثناء القياس حتى وصول عمق الزئبق إلى الصـفر كما يزيد أيضا معدل النبض.



وإذا لوحظت ظاهرة «الصوت اللانهائى» فى الدقيقة الأولى بعد الأداء مباشرة، فلا يلتفت لذلك حيث يمكن ظهوره فى القياس العادى لضغط الدم الذى يتم بعد التوقف عن الأداء مباشرة (خلال ١٥ ـ ٢٠ ثانية)، أما إذا لوحظت هذه الظاهرة فى الدقيقة ٢ ـ ٣ فإنها تعتبر ظاهرة غير طيبة.

ويوضح الجدول رقم (١٤) مثالا للاستجابة غير المتدرجة.

جدول رقم (١٤)

مثال للاستجابة غير المتدرجة المقبولة

المؤشرات	فى الراحة	الاستشفاء بالدقيقة				
		١	٢	٣	٤	٥
معدل النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	٢٥	١٨	١٤	١٣	١٢
الضغط.	١٢٠/ ٨٠	١٩٠/ صفر	١٧٥/ ٥٠	١٥٠/ ٦٠	١٣٠/ ٧٠	١٢٠/ ٨٠

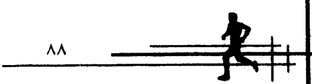
الاستجابة الموضحة فى المثال المعروض بالجدول رقم (١٤) يمكن قبولها على أنها عادية . . ، أما الاستجابة الموضحة فى المثال التالى الموضحة فى الجدول رقم (١٥) فهى غير مقبولة:

جدول رقم (١٥)

مثال للاستجابة غير المتدرجة غير المقبولة

المؤشرات	فى الراحة	الاستشفاء بالدقيقة				
		١	٢	٣	٤	٥
معدل النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	٢٥	٢٠	١٨	١٦	١٤
الضغط.	١٢/ ٨٠	١٩٠/ صفر	١٨٠/ صفر	١٧٠/ صفر	١٥٠/ ٥٠	١٦٠/ ٧٠

الاستجابة الموضحة بالجدول رقم (١٥) غير مقبولة، حيث استمرت ظاهرة «الصوت اللانهائى» حتى الدقيقة الثالثة فى فترة الاستشفاء . . والجدير بالذكر أنه ليس ضروريًا حساب النسبة المئوية لزيادة ضغط النبض لهذه النوعية من التغيرات.



*** الاستجابة المتدرجة :**

الاستجابة المتدرجة تتضمن زيادة فى الضغط الانقباضى خلال الدقيقة ٢ ـ ٣ أثناء الاستشفاء، وهذا يعكس العيب الوظيفى لنظام عمل الجهاز الدورى. .، والجدول رقم (١٦)، يوضح مثالا لهذا الاستجابة.

جدول رقم (١٦)

مثال للاستجابة المتدرجة

المؤشرات	فى الراحة	الاستشفاء بالدقيقة				
		١	٢	٣	٤	٥
معدل النبض فى ١٠ ثوانى.	١٠	٢٥	١٧	١٤	١٢	١٢
الضغط.	٧٠/١١٠	٥٠/١٣٠	٦٠/١٥٠	٦٥/١٤٠	٧٠/١٣٠	٧٠/١٢٠

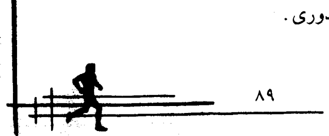
ويلاحظ فى هذا المثال زيادة الضغط الانقباضى خلال الدقيقة الثانية والثالثة أثناء الاستشفاء.

د ـ تقويم تغيرات الضغط ومعدل النبض بعد أداء الحمل البدنى :

يجب تحليل معدل النبض وضغط الدم بعد أداء الحمل البدنى حتى يمكن الوصول إلى الصورة النهائية لتقويم استجابة معدل النبض وضغط الدم للاختبار البدنى الوظيفى، ويتم ذلك التحليل من خلال دراسة زمن فترة الاستشفاء ونوعية عملية الاستشفاء من خلال معدل النبض والضغط.

يرتبط زمن فترة الاستشفاء بعدة عوامل منها :

- مقدار الحمل البدنى.
- فاعلية اللاعب عند أداء الحمل البدنى.
- حالة اللاعب الوظيفية.
- حالة التنظيم العصبى للجهاز الدورى.



وبالنسبة لنوعية فترة الاستشفاء فيلاحظ ما إذا كانت استعادة الشفاء تحدث بطريقة متدرجة منتظمة أم بطريقة تموذجية (أى زيادة يليها نقص ثم زيادة .... وهكذا).

كما يجب ملاحظة ما إذا كانت هناك «فترة سلبية» لمعدل النبض، حيث يكون معدل النبض فى القياس البعدى أزيد بحوالى ١ ـ ٣ نبضات خلال القياس لمدة ١٠ ثوان، وذلك خلال ٢ ـ ٣ دقائق الأولى للاستشفاء، أى تستمر حوالى ثلاثة قياسات، كما يزيد معدل النبض مرة ثانية ثم تدريجيًا يعود إلى المعدل العادى.

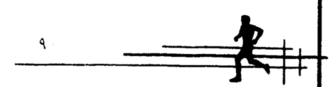
وترتبط هذه الفترة السلبية لمعدل النبض بعدم كفاية التوافق العصبى، وإذا استمرت الفترة السلبية بعد أداء الاختبار الوظيفى لأكثر من ٣ دقائق فإن هذه الاستجابة تعد غير مقبولة. كما أن ظاهرة الاستشفاء فى شكل تموجى تعتبر ظاهرة غير طبية.

وعند أداء الاختبار الوظيفى المتضمن «ثنى الركبتين عشرين مرة» يتم الحكم على استشفاء معدل النبض والضغط فى ضوء أنه إذا عاد معدل النبض إلى طبيعته خلال دقيقتين وعاد الضغط الانقباضى والانبساطى إلى طبيعته بعد ثلاث دقائق، يمكن الحكم بأن الحالة الوظيفية للجهاز الدورى جيدة.

فيما يتعلق بالاختبارات الوظيفية المتضمنة «الجرى فى المكان لمدة دقيقتين» أو «خمس دقائق لاختبار الخطو» فإن معدل النبض يجب أن يعود لطبيعته خلال خمس دقائق، ويعود الضغط الانقباضى لطبيعته فى الدقيقة الرابعة أو الخامسة، ويعود الضغط الانبساطى فى الدقيقة الثانية حتى الرابعة ..، وفى هذه الحالة تكون الحالة الوظيفية للجهاز الدورى جيدة.

وتدل سرعة الاستشفاء على كفاءة الجهاز الدورى، ومن خلال مقارنة قياسات الجهاز الدورى أثناء الراحة وبعد الأداء مباشرة، وكذلك خلال فترة الاستشفاء كما أوضحنا من قبل.

الجدول رقم (١٧) يوضح أسلوب حساب النسبة المئوية لزيادة نبض الضغط فى فترة الاستشفاء بعد أداء الحمل البدنى.



والجدول رقم (١٨) يوضح معايير تقويم معدل النبض وضغط الدم بعد الاختبارات الوظيفية البدنية.

ثانيًا ـ الاختبارات الميدانية للجهاز الدورى :

نستعرض فى الجزء التالى بعض الاختبارات الميدانية المقننة المستخدمة لقياس كفاءة الجهاز الدورى، وجميعها يعتمد على قياسات معدل النبض أو أزمنة الجرى والمشى . . .، باعتبارها من المؤشرات المهمة فى الحكم على كفاءة الجهاز الدورى.

وتتميز هذه الاختبارات بأنها على درجة عالية من التقنين ولها مستويات ومعايير يمكن الاستفادة بها فى تقدير الحالة الفسيولوجية للرياضيين دون الحاجة إلى الدخول فى التفصيلات الفسيولوجية التى قد يحتاج إليها الباحث المتخصص أو الطبيب الرياضى.

١ ـ اختبار فوستر Foster Test :

يعتمد هذا الاختبار على مسلمة معينة هى أن التدريب الرياضى يؤثر على عدد ضربات القلب بمقدار كثافته، وزيادة عدد ضربات القلب عما يتناسب مع كثافة التدريب تشير إلى سوء الحالة الفسيولوجية للجسم.

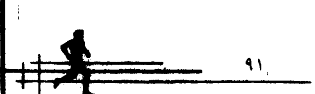
والخطوات التالية توضح خطوات هذا الاختبار :

١ ـ يقف المختبر فترة حتى يثبت معدل النبض، ثم تقاس سرعة النبض.

٢ ـ يجرى المختبر فى المكان لمدة ١٥ ثانية بحيث تكون سرعة الجرى حوالى ١٨٠ خطوة فى الدقيقة مع ملاحظة ضرورة رفع القدم عن الأرض أثناء الجرى لمسافة مناسبة (العد على الرجل اليمنى فقط).

٣ ـ قياس سرعة النبض بعد أداء التمرين مباشرة (القياس لمدة خمس ثوان ثم تضرب × ١٢).

٤ ـ تقاس سرعة النبض مرة أخرى بعد ٤٥ ثانية من انتهاء الاختبار (القياس من وضع الوقوف).



جدول رقم (١٧)

حساب النسبة المئوية لزيادة ضغط النبض فى فترة الاستشفاء بعد أداء الحمل البدنى

نبض الضغط فى الراحة (مم زئبق)	نبض الضغط بعد الحمل البدنى (مم / زئبق)																							
	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠	٧٥	٨٠	٨٥	٩٠	٩٥	١٠٠	١٠٥	١١٠	١١٥	١٢٠	١٢٥	١٣٠	١٣٥	١٤٠	١٤٥	١٥٠	١٥٥	١٦٠
٤٠	١٢	٢٥	٣٧	٥٠	٦٢	٧٥	٨٧	١٠٠	١١٢	١٢٥	١٣٧	١٥٠	١٦٢	١٧٥	١٨٧	٢٠٠	٢١٢	٢٢٥	٢٣٧	٢٥٠	٢٦٢	٢٧٥	٢٨٧	٣٠٠
٤٥		١١	٢٢	٢٣	٤٤	٥٥	٦٧	٧٨	٨٩	١٠٠	١١١	١٢٢	١٣٣	١٤٤	١٥٥	١٦٦	١٧٧	١٨٨	١٩٩	٢١١	٢٢٢	٢٣٩	٢٤٤	٢٥٥
٥٠			١٠	٢٠	٣٠	٤٠	٥٠	٦٠	٧٠	٨٠	٩٠	١٠٠	١١٠	١٢٠	١٣٠	١٤٠	١٥٠	١٦٠	١٧٠	١٨٠	١٩٠	٢٠٠	٢١٠	٢٢٠
٥٥				٩	١٨	٢٧	٣٦	٤٥	٥٤	٦٤	٧٣	٨٢	٩١	١٠٠	١٠٩	١١٩	١٢٧	١٣٦	١٤٥	١٥٤	١٦٤	١٧٣	١٨٢	١٩١
٦٠					٨	١٧	٢٥	٣٣	٤٢	٥٠	٥٨	٦٧	٧٥	٨٣	٩٢	١٠٠	١٠٨	١١٧	١٢٥	١٣٣	١٤٢	١٥٠	١٥٨	١٦٧
٦٥						٨	١٥	٢٣	٣١	٣٨	٤٦	٥٤	٦١	٦٩	٧٧	٨٥	٩٢	١٠٠	١٠٨	١١٥	١٢٣	١٣١	١٣٨	١٤٦
٧٠							٧	١٤	٢١	٢٨	٣٦	٤٣	٦٤	٥٧	٦٤	٧١	٧٨	٨٦	٩٣	١٠٠	١٠٧	١١٤	١٢١	١٢٨
٧٥								٧	١٣	٢٠	٢٧	٣٣	٥٣	٤٧	٥٣	٦٠	٦٧	٧٣	٨٠	٨٧	٩٣	١٠٠	١٠٧	١١٣
٨٠									٦	١٢	١٩	٢٥	٣١	٣٧	٤٤	٥٠	٥٦	٦٢	٦٩	٧٥	٨١	٨٧	٩٤	١٠٠

جدول رقم (١٨)

معايير تقويم معدل النبض وضغط الدم بعد الاختبارات الوظيفية البدنية

القياسات	جيد	مقبول					غير مقبول				
		١	٢	٣	٤	٥	١	٢	٣	٤	٥
١ ـ فى حالة الراحة.	فى الحدود العادية.	عادى.	عادى.	عادى.	عادى.	عادى.	عادى أو منحرف.	عادى.	عادى أو زيادة الضغط.	عادى.	عادى.
٢ ـ تغيرات الدقيقة الأولى بعد الحمل ونسبة زيادة سرعة النبض	٢٠ ثنى الركبتين ٦٠ ـ ٨٠٪. جرى ٢ق ٨٠ ـ ١٠٠٪. جرى ٣ق ١٢٠ ـ ١٣٠٪. جرى ١٥ث ١٥٠٪.	أعلى من العادى.	عادى.	عادى.	عادى.	عادى.	أعلى من العادى.	أعلى من العادى.	عادى أو أعلى من العادى.	عادى أو أعلى من العادى.	عادى أو أعلى من العادى.
نسبة زيادة ضغط النبض.	كما فى سرعة النبض.	أعلى من العادى.	عادى.	عادى.	أقل ٢ ـ ٣ مره من النبض.	—	أعلى من العادى.	زيادة ١٠ ـ ٢٠٪. عدم وجود تغيرات	عادى أو أعلى من العادى.	—	عادى أو أعلى من العادي.
تغيرات الضغط الانقباضى.	يزيد.	يزيد.	يزيد.	يزيد.	زيادة قليلة.	يزيد.	يزيد.	زيادة قليلة.	يزيد إلى ١٨٠ ـ ٢٠٠ مم/ زئبق.	يزيد.	يزيد.
تغيرات الضغط الانبساطى.	يقل أولا يتغير.	—	يقل.	يزيد.	لايتغير. زيادة قليلة. يقل.	ظاهرة الصوت اللانهائى.	يقل أو لايتغير.	يزيد أو لايتغير.	يزيد إلى ٩٠ ـ ١٠٠ مم/ زئبق.	ظاهرة الصوت اللانهائى	يقل أو لايتغير.
نوع الاستجابة.	عادية.	عادية.	عادية.	غير محددة.	قريبة من المرتفعة.	منخفضة.	عادية.	مرتفعة.	مرتفعة أو قريبة منها.	منخفضة.	متدرجة
٣ ـ الاستشفاء.	استشفاء تدريجى.	—	—	—	—	تدريجى.	مرحلة النبض السالبة.	تدريجى.	تدريجى.	—	زيادة الضغط الانقباضى أو الانبساطى فى الدقيقة ٢ ـ ٣ بالمقارنة بما قبله.
نوعية الاستشفاء، وزمن استشفاء النبض والضغط.	٢٠ ثنى الركبتين ـ ٣ق. جرى ١٥ث ـ ٤ق. وباقى الاختبارات ٥دقائق.	—	بطء الاستشفاء.	—	عادى.	اختفاء ظاهرة الصوت اللانهائى فى الدقيقة الثانية.	تأخر الاستشفاء.	عادى أو بطىء.	عادى أو بطىء.	تأخر الاستشفاء لظاهرة الصوت اللانهائى حتى الدقيقة ٣ـ٤ـ٥.	

ولقد اعتبر فوستر التقويم الكامل لسلامة الحالة الفسيولوجية للجسم هى ١٥ درجة. والجدول رقم (١٩) يوضح المستويات الموضوعة لهذا الغرض.

أ ـ اختبار الخطو لجامعة هارفرد (للبنين) Harvard Step Test (Boys) :

يسمى هذا الاختبار باختبار الخطو لهارفرد نسبة إلى جامعة هارفرد بالولايات المتحدة الأمريكية، أو اختبار بروها Brouha Step Test نسبة إلى مصمم الاختبار.

وقد وضع هذا الاختبار خلال الحرب العالمية الثانية لقياس مقدرة الجسم على التكيف للأعمال العنيفة والشفاء من أثرها. ولقد استخدم هذا الاختبار فى تقسيم المتقدمين للخدمة العسكرية إلى ثلاثة مستويات هى :

- أقل لياقة.
- لائق.
- أكثر لياقة.

كما استخدم هذا الاختبار فى المجالات الرياضية وأظهر نتائج أثبتت صدقه وارتفاع قيمته العلمية.

يستخدم فى هذا الاختبار مقعد ارتفاعه عشرون بوصة (٥٠ سم) وساعة إيقاف لقياس النبض وجهاز المترونوم. وينفذ الاختبار وفقًا للتسلسل التالى، انظر الشكل رقم (١٢).

١ ـ يقف المختبر أمام المقعد، ويبدأ الاختبار بأن يصعد المختبر بقدمه اليمنى فوق المقعد، ثم يصعد بالقدم اليسرى (يصل إلى وضع الوقوف فوق المقعد)، ثم يعود للهبوط بقدمه اليمنى على الأرض، ثم اليسرى. وهكذا يكرر العمل السابق مع الاحتفاظ بأداء هذا العمل فى أربع عدات بمعدل ثلاثين مرة فى الدقيقة (يستخدم فى ضبط إيقاع عدد المرات جهاز المترونوم).

يستمر المختبر فى أداء العمل السابق بهذا المعدل خمس دقائق متصلة أو إلى أن يعجز عن الأداء (يسجل الزمن فى هذه الحالة). ويجب ألا تزيد فترة الأداء عن خمس دقائق.

جدول رقم (١٩)

مستويات اختبار فوستر

سرعة النبض في الوقوف قبل الاختبار	الدرجة	الزيادة بعد الاختبار مباشرة	الدرجة	الزيادة بعد ٤٥ ثانية من الاختبار	الدرجة
أقل من ١٠٠	صفر	صفر ـ ٢٠	١٥	٥	ـ ١
١٠١ ـ ١٠٥	ـ ١	٢١ ـ ٣٠	١٣	٦ ـ ١٠	ـ ٢
١٠٦ ـ ١١٠	ـ ٢	٣١ ـ ٤٠	١١	١١ ـ ١٥	ـ ٣
١١١ ـ ١١٥	ـ ٣	٤١ ـ ٥٠	٩	١٦ ـ ٢٠	ـ ٤
١١٦ ـ ١٢٠	ـ ٤	٥١ ـ ٦٠	٧	٢١ ـ ٢٥	ـ ٥
١٢١ ـ ١٢٥	ـ ٥	٦١ ـ ٧٠	٥		
١٢٦ ـ ١٣٠	ـ ٦				
١٣١ ـ ١٣٥	ـ ٧				

٢ ـ يجلس المختبر على كرسي فور الانتهاء من أداء الاختبار ويسجل له النبض لفترة ثلاثين ثانية كالآتي :

(أ) بعد انتهاء الاختبار من ١ إلى ١ $\frac{١}{٢}$ دقيقة.

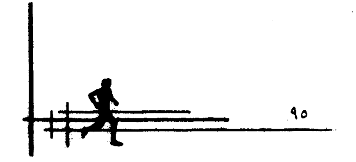
(ب) بعد انتهاء الاختبار من ٢ إلى ٢ $\frac{١}{٢}$ دقيقة.

(جـ) بعد انتهاء الاختبار من ٣ إلى ٣ $\frac{١}{٢}$ دقيقة.

وقد وضعت طريقتان للتقويم في هذا الاختبار هما :

أولا : معادلة الاختبار الطويلة Long Form :

$$\text{مؤشر الكفاءة البدنية} = \frac{\text{زمن الاستمرار في أداء الاختبار بالثانية} \times ١٠٠}{٢ \times \text{مجموع قياسات النبض الثلاثة}}$$



ويكشف عن نتائج هذه المعادلة فى الجدول رقم (٢٠) للتعرف على تقدير الكفاءة البدنية (وضعت هذه المعايير بعد تطبيق الاختبار على ثمانية آلاف طالب من جامعة هارفرد).

جدول رقم (٢٠)

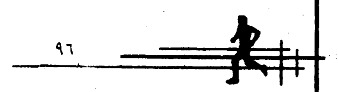
معايير اختبار هارفرد (المعادلة الطويلة)

المستوى	التقدير
أقل من ٥٥.	ضعيف.
من ٥٥ إلى ٦٤.	تحت المتوسط.
من ٦٥ إلى ٧٩.	فوق المتوسط.
من ٨٠ إلى ٨٩.	جيد.
٩٠ فأكثر.	ممتاز.

ثانيًا - معادلة الاختبار القصيرة Short Form :

وضع هذه المعادلة روبنسون وچونسن Robinson & Johnson حيث يقاس فيها النبض مرة واحدة فقط بعد الانتهاء من أداء الاختبار مباشرة لمدة دقيقة إلى دقيقة ونصف (من ١ إلى $\frac{1}{2}$ ١) دقيقة.

والمعادلة هى :



مؤشر الكفاءة البدنية = $\frac{\text{زمن الاستمرار فى أداء الاختبار بالثانية} \times 100}{5.5 \times \text{النبض}}$

وقد وضعت المعايير الخاصة بنتائج هذه المعادلة كما هى موضحة فى الجدول رقم (٢١) لتحديد مستوى الكفاءة البدنية للمختبر.

٣ - اختبار التعب لكارلسون Carlson Fatigue Test :

يقيس هذا الاختبار لياقة الجهاز الدورى التنفسى، وهو فى مجمله يعطى انعكاسًا عن الحالة البدنية للفرد. وخطوات هذا الاختبار تأخذ التسلسل التالى :

جدول رقم (٢١)

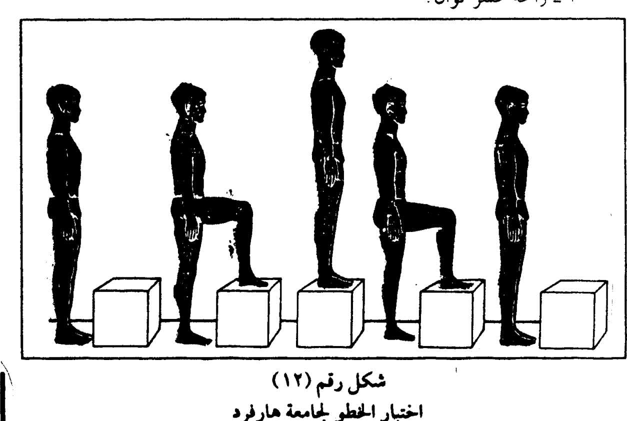
معايير اختبار هارفرد (المعادلة القصيرة)

المستوى	التقدير
أقل من ٥٠ .	ضعيف
من ٥٠ إلى ٨٠	متوسط
٨٠ فأكثر .	جيد

١ - يجلس المختبر على الأرض، ويظل فترة حتى ينتظم النبض، ثم يقاس نبضه لمدة عشر ثوان (تضرب فى ٦ للحصول على النبض فى الدقيقة).

٢ - يقف المختبر ثم يجرى فى المكان بأقصى سرعة ممكنة مع ملاحظة رفع القدمين عن الأرض مسافة مناسبة، يستمر المختبر فى الجرى عشر ثوان مع حساب عدد مرات لمس الرجل اليمنى للأرض.

٣ - راحة عشر ثوان.



شكل رقم (١٢)

اختبار الخطو لجامعة هارفرد

عن : (Jensen and Hirst, 1980)

٤ ـ الجرى بنفس الأسلوب السابق لمدة عشر ثوان، مع حساب عدد لمسات الرجل اليمنى للأرض، ثم يستريح عشر ثوان. . ، وهكذا يكرر نفس العمل عشر مرات يتخللها تسع فترات راحة. . وفيما يلى تسلسل خطوات الأداء :

* قياس النبض من الجلوس، الجرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى، راحة، جرى.

٥ ـ إجراء قياسات للنبض طبقا للأزمنة التالية :

(أ) بعد مضى عشر ثوان من انتهاء الاختبار (تقاس سرعة النبض فى عشر ثوان ثم يضرب × ٦).

(ب) بعد مضى دقيقتين من انتهاء الاختبار (تقاس سرعة النبض فى عشر ثوان ثم يضرب × ٦).

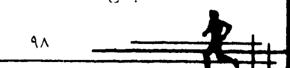
(جـ) بعد مضى أربع دقائق من انتهاء الاختبار (تقاس سرعة النبض فى عشر ثوان ثم يضرب × ٦).

(د) بعد مضى ست دقائق من انتهاء الاختبار (تقاس سرعة النبض فى عشر ثوان ثم يضرب × ٦).

٦ ـ للوصول إلى حساب مدى لياقة الجهاز الدورى يتبع التسلسل التالى :

(أ) يجمع عدد مرات لمس القدم اليمنى للأرض فى جميع مراحل الاختبار (عشر مرات)، وبدلالة الرقم المستخرج (حاصل الجمع) وباستخدام الجدول رقم (٢٢) يمكن الحصول على ما يعرف بـ «درجة الإنتاج».

(ب) تجمع قياسات النبض طبقًا للمعادلات السابق ذكرها (خمسة قياسات) وبدلالة الرقم مستخرج (حاصل الجمع) وباستخدام الجدول رقم(٢٣) يمكن الحصول على ما يعرف بـ «سرعة النبض».



(جـ) بجمع درجة «الإنتاج» على درجـة «سرعة النبض» يتم الحصول على رقم يمكن الكشف عنه فى الجدول رقم (٢٤) فيتم الحصول على ما يعرف بـ «لياقة الجلد الدورى التنفسى» للفرد المختبر.

٤ ـ اختبار شنيدر Schneider Test :

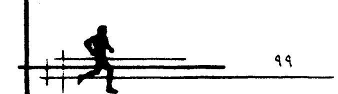
وضع هذا الاختبار لتحديد لياقة الطيارين من الناحية الوظيفية، كما أنه يعتبر محاولة لإيجاد قياس موحد للأثر الذى يحدثه الوقوف على درجة النبض وضغط الدم، إلى جانب الأثر الذى يحدثه التمرين المستخدم فى هذا الاختبار على الجهاز الدورى التنفسى.

يستخدم فى هذا الاختبار جهاز ضغط الدم وساعة إيقاف (لقياس النبض) ومقعد ارتفاعه ١٨,٥ بوصة (٤٦,٢٥ سم) . . ، قاعدة المقعد تسمح للشخص بالوقوف عليها بالقدمين معًا بسهولة . . . ويأخذ هذا الاختبار التسلسل التالى :

١ ـ الرقود على الأرض لمدة خمس دقائق (لضمان انتظام النبض فى هذا الوضع) ثم يقاس النبض (فى ٢٠ ثانية ثم يضرب × ٤ للحصول على النبض فى الدقيقة)، وقياس ضغط الدم الانقباضى.

٢ ـ يقف الفرد لمدة من ٢ إلى ٣ $\frac{1}{2}$ دقيقة (تحدد بلحظة انتظام النبض فى هذا الوضع الجديد) ثم يقاس النبض (فى ١٥ ثانية ويضرب × ٤) ثم يقاس ضغط الدم الانقباضى.

٣ ـ يقوم المختبر بأداء التمرين بحيث يقف أمام المقعد واضعًا إحدى القدمين (اليمنى مثلا) على المقعد، يبدأ التمرين بوضع القدم اليسرى على المقعد ليصل المختبر إلى وضع الوقوف عليه، ثم يخفض القدم اليسرى على الأرض، ثم يصعد بها مرة ثانية للوصول لوضع الوقوف فوق المقعد، وهكذا يكرر هذا التمرين لعدد خمس مرات بحيث يستغرق ١٥ ثانية (أى عمل كل محاولة فى ٣٠ ثانية، ويمكن استخدام جهاز المترونوم لتنظيم هذه العملية) كما يجب ملاحظة عدم استخدام أى مساعدة خارجية.



جدول رقم (٢٢)

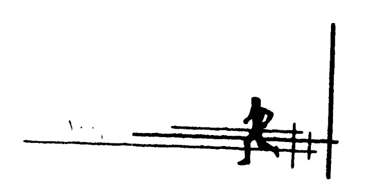
الإنتاج (اختبار التعب لكارلسون)

الإنتاج	الدرجة
أقل من ١٤٠.	١٤
١٤٠ _ ١٧٠	١٣
١٧٠ _ ٢٠٠	١٢
٢٠٠ _ ٢٣٠	١١
٢٣٠ _ ٢٦٠	١٠
٢٦٠ _ ٢٩٠	٩
٢٩٠ _ ٣٢٠	٨
٣٢٠ _ ٣٥٠	٧
٣٥٠ _ ٣٨٠	٦
٣٨٠ _ ٤١٠	٥
٤١٠ _ ٤٥٠	٤
٤٥٠ _ ٤٧٠	٣
٤٧٠ _ ٥٠٠	٢
أكثر من ٥٠٠.	١

جدول رقم (٢٣)

سرعة النبض (اختبار التعب لكارلسون)

النبض	الدرجة
أقل من ٣٥٠.	١
٣٥٠ _ ٣٧٥	٢
٣٧٥ _ ٤٠٠	٣
٤٠٠ _ ٤٢٥	٤
٤٢٥ _ ٤٥٠	٥
٤٥٠ _ ٤٧٥	٦
٤٧٥ _ ٥٠٠	٧
٥٠٠ _ ٥٢٥	٨
٥٢٥ _ ٥٥٠	٩
٥٥٠ _ ٥٧٥	١٠
٥٧٥ _ ٦٠٠	١١
٦٠٠ _ ٦٢٥	١٢
٦٢٥ _ ٦٥٠	١٣
أكثر من ٦٥٠.	١٤

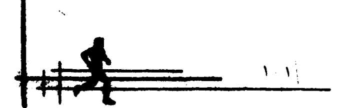


جدول رقم (٢٤)

تقدير مستوى لياقة الجهاز الدورى التنفسى

(اختبار التعب لكارلسون)

الدرجة	النسبة المئوية	تقدير الحالة
٢	٩٧ ٪	جيد جدًا
٣	٩٥ ٪	
٤	٩٣ ٪	
٥	٩١ ٪	
٦	٨٩ ٪	جيد
٧	٨٧ ٪	
٨	٨٥ ٪	
٩	٨٣ ٪	
١٠	٨١ ٪	
١١	٧٩ ٪	متوسط
١٢	٧٧ ٪	
١٣	٧٥ ٪	
١٤	٧٣ ٪	
١٥	٧١ ٪	
١٦	٦٩ ٪	
١٧	٦٧ ٪	
١٨	٦٥ ٪	
١٩	٦٣ ٪	



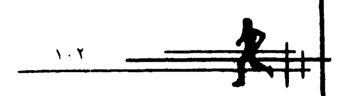
تابع جدول رقم (٢٤)

الدرجة	النسبة المئوية	تقدير الحالة
٢٠	٦١ ٪	يحتاج إلى عناية
٢١	٥٩ ٪	
٢٢	٥٧ ٪	
٢٣	٥٥ ٪	
٢٤	٥٣ ٪	
٢٥	٥١ ٪	ضعيف ويحتاج إلى عناية
٢٦	٤٩ ٪	
٢٧	٤٧ ٪	
٢٨	٤٥ ٪	

٤ - يؤخذ النبض عقب التمرين مباشرة (فى ١٥ ثانية × ٤) ثم يلى ذلك استمرار عملية قياس النبض كل ١٥ ثانية حتى يعود النبض إلى حالته الأولى التى تم قياسها قبل الاختبار من وضع الوقوف، ويحسب الزمن من نهاية الاختبار حتى وصول النبض للحالة الطبيعية.

أما إذا لم يعد النبض لحالته الطبيعية فى حدود دقيقتين يسجل عدد الضربات التى تزيد عن ضربات النبض فى الحالة الطبيعية (فمثلا إذا كانت الحالة الطبيعية للنبض من وضع الوقوف ٨٠ نبضة فى الدقيقة، ووجد أن النبض بعد مرور دقيقتين من الاختبار بلغ ٩٥ نبضة فإن الرقم المسجل هنا ١٥ نبضة) .. ويتم حساب مستوى الفرد كما يلى :

(أ) حساب النبض من وضع الرقود (٦٠ نبضة مثلا) ويكشف عن قيمتها فى الجدول رقم (٢٥) فنجد أنها = ٣ درجات.



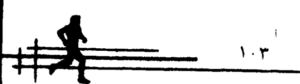
(ب) حساب النبض من وضع الوقوف (٧٢ نبضة مثلا) ويكشف عن قيمتها فى الجدول رقم (٢٦) فنجد أنها = ٣ درجات.

(جـ) حساب الفرق بين النبض من الوقوف والنبض من الرقود نجد أنه (٧٢ ـ ٦٠ = ١٢) . . ، وبالكشف عن قيمة «١٢» فى الجدول رقم (٢٥) تحت العمود (صفر ـ ١٠) وأمام (٥٠ ـ ٦٠) فنجد أنها ٣ درجات.

(د) حساب النبض بعد أداء التمرين مباشرة (١١٠ نبضة مثلا)، وبحساب الفرق بين النبض بعد التمرين مباشرة والنبض من حالة الوقوف قبل أداء التمرين نجد أن القيمة = ١١٠ ـ ٧٢ = ٣٨، بالكشف فى الجدول رقم (٢٦) نجد أنها تقع فى العمود الرابع (من ٣١ ـ ٤٠) وأمام السطر الثانى (٧١ ـ ٨٠) أى أن قيمتها = صفر.

(هـ) يحسب الزمن الذى يعود فيه النبض لحالته الطبيعية بعد أداء التمرين، أى من لحظة نهاية التمرين حتى وصول النبض إلى ٧٢ نبضة فى الدقيقة (وذلك كما هو موضح فى المثال) . . ، فمثلا إذا استغرق هذا التمرين ٧٠ ثانية بالكشف عن قيمتها فى الجدول رقم (٢٧) نجد أنها = درجتان. أما إذا لم يعد الشخص لحالته الطبيعية فى خلال دقيقتين فيحسب عدد ضربات النبض التى تمثل الفرق بين القياس فى نهاية الدقيقتين والقياس من وضع الوقوف قبل أداء التمرين، فإذا بلغت هذه الزيادة من ٢ : ١٠ نبضات يمنح المختبر صفراً، وإذا كانت الزيادة من ١١ : ٣٠ نبضة يمنح المختبر ـ ١ (جدول رقم ٢٧)، فإذا افترضنا أن النبض فى نهاية الدقيقتين بعد التمرين بلغ ٨٠ نبضة، فالزيادة تكون ٨٠ ـ ٧٢ = ٨ نبضات . . ، أى أنها = صفر.

(و) يحسب الفرق بين ضغط الدم من وضع الرقود ومن وضع الوقوف، وسواء كان الفرق بالارتفاع أو الانخفاض بالنسبة لعمود الزئبق



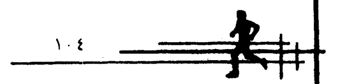
الموجود بالجهاز، فالجدول رقم (٢٧) يوضح طريقة حساب درجته، فمثلا إذا كان الفرق بالارتفاع بحوالى ٦ مم زئبق فإن تقديره = درجتان.

(ل) تجمع درجات المختبر فى حالات القياس السابقة وذلك للحصول على درجة تعبر عن اللياقة الوظيفية للفرد. فمن المثال السابق الذى تدل القياسات التالية على مستواه (النبض ٦٠ من الرقود، ٧٢ فى الوقوف، ١١٠ بعد أدء التمرين مباشرة، ٨٠ بعد انتهاء دقيقتين من انتهاء التمرين، الفرق بين الضغط فى الرقود والوقوف زيادة قدرها ٦ مم فى عمود الزئبق). فإن درجات هذا المختبر على التوالى (٣، ٣، ٣، صفر، صفر، ٢)، أى أنها = ١١ . . ، وهى تعبر عن الحالة الوظيفية للمختبر.

جدول رقم (٢٥)

معدل النبض فى وضع الرقود والزيادة فى معدل النبض فى وضع الوقوف (اختبار شنيدر)

معدل النبض فى وضع الرقود		الزيادة فى معدل النبض فى وضع الوقوف				
المعدل	الدرجة	صفر - ١٠	١١ - ١٨	١٩ - ٢٦	٢٧ - ٣٤	٣٥ - ٤٢
		الدرجة	الدرجة	الدرجة	الدرجة	الدرجة
٥٠ - ٦٠	٣	٣	٣	٢	١	صفر
٦١ - ٧٠	٣	٣	٢	١	صفر	-١
٧١ - ٨٠	٢	٣	٢	صفر	-١	-٢
٨١ - ٩٠	١	٢	١	-١	-٢	-٣
٩١ - ١٠٠	صفر	١	صفر	-٢	-٣	-٣
١٠١ - ١١٠	-١	صفر	-١	-٣	-٣	-٣



جدول رقم (٢٦)

معدل النبض فى وضع الوقوف ومعدل الزيادة فى النبض بعد أداء التمرين مباشرة

(اختبار شنيدر)

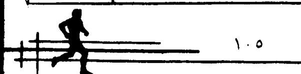
معدل النبض فى وضع الوقوف		معدل الزيادة فى النبض بعد أداء التمرين مباشرة				
المعـــدل	الدرجة	صفر - ١٠ الدرجة	١١ - ٢٠ الدرجة	٢١ - ٣٠ الدرجة	٣١ - ٤٠ الدرجة	٤١ - ٥٠ الدرجة
٦٠ - ٧٠	٣	٣	٣	٢	١	صفر
٧١ - ٨٠	٣	٣	٢	١	صفر	صفر
٨١ - ٩٠	٢	٣	٢	١	صفر	- ١
٩١ - ١٠٠	١	٢	١	صفر	- ١	- ٢
١٠١ - ١١٠	١	١	صفر	- ١	- ٢	- ٣
١١١ - ١٢٠	صفر	١	- ١	- ٢	- ٣	- ٣
١٢١ - ١٣٠	صفر	صفر	- ٢	- ٣	- ٣	- ٣
١٣١ - ١٤٠	- ١	صفر	- ٣	- ٣	- ٣	- ٣

جدول رقم (٢٧)

سرعة عودة النبض ونسبة ضغط الدم الانقباضى

(اختبار شنيدر)

سرعة العودة إلى معدل النبض فى وضع الوقوف بعد أداء التمرين مباشرة		النسبة بين ضغط الدم الانقباضى فى حالة الوقوف والرقود	
الزمن	الدرجة	التغير فى ارتفاع ازئبق (مم)	الدرجة
* صفر - ٦٠ ث.	٣	* أكثر من ٨ مم.	٣
* ٦١ - ٩٠ ث.	٢	* من ٢ - ٧ مم.	٢
* ٩١ - ١٢٠ ث.	١	* لاتغير.	١
* بعد ١٢٠ث ومن ٢-١٠ نبضة فوق العادى.	صفر	* انخفاض من ٢ - ٥ مم.	صفر
* بعد ١٢ث ومن ١١-٣٠ نبضة فوق العادى.	- ١	* انخفاض أكثر من ٦ مم.	- ١



٥ ــ اختبار بالك Balke Test :

يطلق على هذا الاختبـار «اختبار البساط المتـحرك لبالك Balke Treadmill Test» وذلك نسبة إلى مصممه والجهاز المستخدم فيه، ويعتمد هذا الاختبار على أن هناك تغيرات فـسيولوجية كبـيرة تحدث فى الجسم إذا زادت سـرعة ضربات القلب خلال التـدريب عن ١٨٠ ضربة فى الدقيـقة، حيث يرتفع مـعدل التنفس ويصل ضغط الدم إلى أقـصاه وتزداد حـدة ضربات القلب ويحـدث هبوط فى Alveolar carbon dioxide tension، يتبع ذلك ارتفاع حـاد لحمض اللاكتيك Lactic acid فى الدم . . ، وهذا يشيـر إلى عدم مقـدرة الاحتياطى الفـسيولوجى على مـجاراة الزيادة فى احتياجات التمثيل الغذائى بسبب التدريب.

وقد أوضح بالك Balke مقدار التدريب اللازم لزيـادة سرعة ضربات القلب إلى ١٨٠ ضربة فى الدقيقة، واستخدم فى ذلك جـهاز التردميل (البساط المتحرك) Treadmill . . . ، وهو عبارة عن بـساط يتحرك عكس اتجاه حـركة اللاعب الذى يقوم بالمشى عليه بسرعة ثابتة تعادل سرعة الجهاز، ثم تزداد سرعة الجهاز، وبالتالى سرعة اللاعب كل ٦٠ ثانية، وتقاس سرعة النبض كل ٦٠ ثانية، . . . كما وضع «بالك» معادلة تستخدم للحصول على كفاءة الفرد هى :

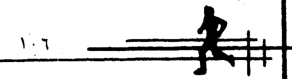
$$\text{النسبة المئوية لكفاءة المختبر} = \frac{\text{عمل المختبر فى الدقيقة الأخيرة من الاختبار}}{\text{متوسط عمل المجموعة (*) فى الدقيقة الأخيرة}} \times \frac{\text{متوسط وزن المجموعة}}{\text{وزن الفرد}} \times ١٠٠$$

ثم وضع جدولا للمستويات يوضح تقدير الكفاءة البدنية جدول رقم (٢٨).

٦ ــ مؤشر الطاقة لباراخ Barach Energy Index :

فى محـاولة لقياس طاقـة الجهاز الدورى من حيـث كمية الدم المدفـوع قام العالم باراخ Barach بوضع مؤشر الطاقة واستخدم فى ذلك المعادلة التالية :

(*) يقصد بالمجموعة هنا الفريق، أو مجموعة القياس، أو العينة التى تجرى الدراسة عليها.



مؤشر الطاقة (E.I.) = (الضغط الانقباضى + الضغط الانبساطى) × سرعة النبض / ١٠٠ .

وفى التقويم يستبعد رقمان من نتيجة هذه المعادلة ثم يكشف عن الرقم المتبقى حسب مستويات باراخ .

لتوضيح ذلك نعرض المثال التالى :

إذا بلغ ضغط الدم الانقباضى ١٢٥ مم (مثلا) . . ،

وضغط الدم الانبساطى ٨٥ مم . . ،

وسرعة النبض ٧٢ نبضة فى الدقيقة .

فإن ناتج المعادلة يكون :

مؤشر الطاقة Energy Index = ٧٢ × (٨٥ + ١٢٥) / ١٠٠

= ١٥١٢٠ فيصبح الناتج بعد استبعاد الرقمين الأول والثانى هو = ١٥١ .

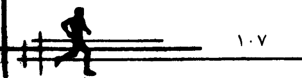
وفى مستويات باراخ يصل مجموع الشخص القوى بين ١١٠ : ١٦٠ ، والحد الأعلى لقوة القلب لدى الفرد العادى هو ٢٠٠ ، أما الحد الأدنى فهو ٩٠ ، فإذا زاد مجموع الفرد عن ٢٠٠ تسمى هذه الحالة الضغط الزائد للدم ، وإذا قل عن ٩٠ سميت حالة ضغط الدم الناقص .

٧ ـ اختبار كرمبتون Crempton Test :

يستهدف هذا الاختبار التعرف على الحالة العامة للفرد عن طريق مقارنة ضربات القلب وضغط الدم من وضع الرقود بمثيلاتها فى وضع الوقوف . واستخلص من هذا الاختبار أن التغيير فى وضع الجسم من الرقود إلى الوقوف يزيد سرعة القلب من (صفر إلى ٤٤ دقة فى الدقيقة) . كما تحدث تغيرات فى ضغط الدم تصل من (ـ ١٠ مم) إلى (+ ١٠ مم) .

كما وضع كرمبتون Crempton جدولا يبين مقدار ضربات القلب والتنفس مع التغير فى ضغط الدم ، ثم قسم الأفراد (مدارس ثانوية) تبعًا لذلك إلى أقسام ثلاثة هى :

القسم الأول ـ الأفراد الذين يصل مجموع درجاتهم إلى ٩٠ ٪ فأكثر .



جدول رقم (٢٨)

مستويات الكفاءة البدنية لاختبار بالك

النسبة المئوية	التقدير	مدة المشى حتى تصل سرعة النبض إلى ١٨٠/ ق
٧٤ فأقل	ضعيف جدًا	١٢ دقيقة فأقل
٧٥ ـ ٨٤	ضعيف	١٣ ـ ١٤ ق
٨٥ ـ ٩٧	مقبول	١٥ ـ ١٦ ق
٩٨ ـ ١٠٢	متوسط	١٧ ق
١٠٣ ـ ١١٥	جيد	١٨ ـ ١٩ ق
١١٦ ـ ١٢٥	جيد جدًا	٢٠ ـ ٢١ ق
١٢٦ فأكثر	ممتاز	٢٢ دقيقة فأكثر

القسم الثانى ـ الأفراد الذين يصل مجموع درجاتهم من ٨٠ ٪ إلى ٨٩ ٪.

القسم الثالث ـ الأفراد الذين يصل مجموع درجاتهم من ٧٠ ٪ إلى ٧٩ ٪.

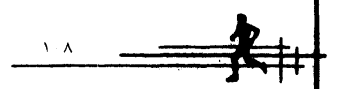
٨ ـ اختبار ملك كاردى McKurdy Test :

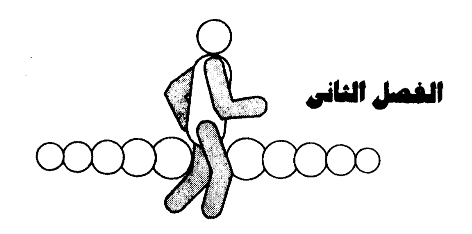
أجرى ملك كاردى McKurdy أبحاثه على المراهقيــن وتوصل إلى عدة نتائج أهمها ما يلى :

١ ـ إذا زادت سرعة ضربات القلب فى وضع الوقوف عنها فى وضع الرقود عن ٢٠ ضربة فى الدقيقة، فإن المراهق يحتاج إلى استشارة الطبيب.

٢ ـ إذا أدى المراهق تمرين الجـرى فى المكان بمعدل ١٠ خطوات فى عـشرين ثانية، فـيجب أن يعود إلى حـالته الطبيعـية خلال دقـيقتين من انتـهاء التمرين.

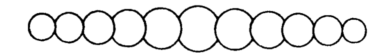
٣ ـ إذا أدى رياضى تمرين الجـرى فى المـكان بمعـدل ٢٠ خطوة فى خـمس ثوان، فيجب أن يعود إلى حـالته الطبيعية فى خلال دقيقـتين من انتهاء التمرين.





الفصل الثانى

الجهاز التنفسى



يتكون الجـهاز التنفسـى من الممرات الهوائيـة والرئتين وعضـلات التنفس، بالإضافة إلى الأعصاب ومراكز التنفس.

وتتكون الممـرات الهوائيـة من الأنف الذى يضطلع بمسـئوليـة تدفئة الـهواء وتنقيتـه من الغبار، حيث ينتـقل الهواء بعد ذلك إلى البلعوم الذى يقـوم بتحويل الهواء إلى القصبـة الهوائية التى تنقسم إلى فرعين يتجه كل فـرع منهما إلى إحدى الرئتين وهـما الشعـبتان الـيمنى واليسـرى، ثم تتفـرع كل شعبـة داخل الرئة إلى الشعيبات الهوائية وهى فى تفرعها تشبه تفرعات الشجرة.

تستحوز الرئتان على معظم التجويف الصدرى، ويتكون نسيج الرئة من عدد كبير من الحويصلات المتصلة بالشعيبات، ويحيط بالحويصلات شبكة من الشعيرات الدموية التى تساعـد رقة جدار كل منها على إتمام عملية تبـادل الغازات بالرئتين، ويمكن تلخيص العمليات الفسيولوچية للتنفس فى النقاط التالية :

١ ـ التهوية الرئوية (التنفس الخارجى) وتعنى تبادل الغازات بين الحويصلات الهوائية والبيئة الخارجية.

٢ ـ تبادل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون بين الحويصلات الهوائية والدم.

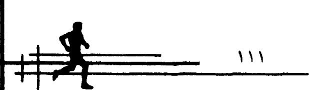
٣ ـ نقل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون فى الدم من وإلى خلايا الجسم.

٤ ـ تبادل الأكسچين وثانى أكسيد الكربون بين الدم والأنسجة.

٥ ـ تنظيم التنفس.

يقوم الجـهاز التنفسى بكثـير من المتطلبـات المهمة خـلال النشاط الرياضى، وذلك بغرض التعاون مع الجهاز الدورى بشكل فعال . . ، فالجهاز التنفسى فى حد ذاته لايعتبـر عاملا معـوقًا فى عمليات نقل واستـهلاك الأكسچـين بالجسم خلال النشاط الرياضى.

وتتلخص الفعالية الأساسية لوظائف الجهـاز التنفسى فى تأثير عملية التهوية الرئوية لتحقيق كـفاءة تبادل الغازات بين الحويصلات الهوائية بالرئتـين والشعيرات

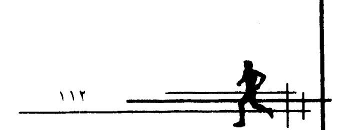


الدموية، حيث يتم انتقال الغازات من الحويصلات إلى الشعيرات والعكس. حيث ينتقل ثانى أكسيد الكربون من الشعيرات الدموية إلى الحويصلات تمهيداً لخروجه من الرئتين إلى خارج الجسم، فى الوقت الذى ينقل الأكسجين بواسطة الدم إلى جميع أنسجة الجسم.

تحت تأثير التدريب الرياضى المنتظم تتحسن لدى الرياضيين قوة عضلات التنفس (عضلة الحجاب الحاجز وعضلات ما بين الأضلاع)..، وبفضل ذلك تتحقق عملية الإمداد بالأكسچين والتخلص من ثانى أكسيد الكربون التى تزداد متطلباتها خلال النشاط الرياضى، حيث تزداد التهوية الرئوية خلال أداء المجهود البدنى .. إذ يقل زمن الدورة التنفسية وتبرز الحاجة إلى زيادة حجم التنفس بالرغم من قصر زمن الفترة التى يتم فيها خلال النشاط الرياضى.

فى هذا المجال ...، فإن المشكلة الرئيسية لوظائف الجهاز التنفسى تتلخص فى دراسة فعالية التهوية الرئوية وبالتالى عملية تبادل الغازات بين الحويصلات الرئوية والدم فى الرئتين، حيث يتم انتقال الأكسچين من الحويصلات الهوائية إلى الشعيرات الدموية (الدم) وعلى العكس من ذلك يتم انتقال ثانى أكسيد الكربون من الشعيرات الدموية (الدم) إلى الحويصلات الهوائية (الرئتين). وهذا يمثل أهم الجوانب الأساسية فى فاعلية وظائف الجهاز التنفسى.

وتحت تأثير التدريب المنتظم تزيد قوة العضلات المسئولة عن حركة الجهاز التنفسى لإتمام عملية الشهيق والزفير وهى عضلات الحجاب الحاجز وعضلات ما بين الأضلاع، وبفضل ذلك تتحسن عملية التهوية الرئوية وخاصة فى ظروف الأداء أثناء النشاط الرياضى، حيث تكون من الأهمية بمكان أن تقوم عضلات التنفس بمهمة زيادة حجم هواء التنفس فى أقصر وقت ممكن وذلك تمشيا مع قصر زمن عملية التنفس أثناء أداء النشاط الرياضى



عوامل مهمة لدراسة الجهاز التنفسى

١ ـ العمر والجنس :

لايمكن تحقيق تقويم سليم لحالة وظائف الجهاز التنفسى دون التحديد الدقيق للعمر والجنس، وكمثال على ذلك عند قياس السعة الحيوية ومقارنتها بالسعة الحيوية الفرضية التى يجب أن يكون الفرد عليها فإن ذلك يتم فى ضوء عاملى العمر والجنس.

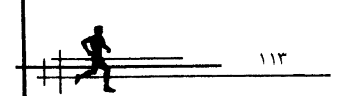
٢ ـ التخصص والمستوى الرياضى :

تختلف طبيعة التنفس تبعًا لاختلاف وتباين التخصصات الرياضية، مثلا يكون التنفس عميقًا وإيقاعيًا فى التجديف، بينما يكون عكس ذلك أى سطحيًا وغير إيقاعى لدى لاعبى الملاكمة. وقد يكون التنفس متميزًا بكتم النفس كما هو الحال لدى لاعبى رفع الأثقال.

لذلك فإن الجهاز التنفسى ذو أهمية كبيرة للأنشطة الرياضية المميزة بالتحمل وذلك بشكل يفوق الأنشطة الأخرى، كما يرتبط مستوى الرياضى أيضًا بمستوى كفاءة حالته الوظيفية الخاصة بجهازه التنفسى، حيث يؤثر الانتظام فى التدريب لعدة سنوات على أجهزة الجسم ومن بينها الجهاز التنفسى.

٣ ـ فترة الراحة بعد التدريب :

التعب يؤثر على نتائج اختبارات الجهاز التنفسى، لذا يلزم التأكد من أن الرياضى غير متعب قبل تطبيق اختبارات الجهاز التنفسى. وحيث إن ظاهرة التعب تعتبر إحدى الظواهر الطبيعية المصاحبة للتدريب الرياضى فإن الأمر يتطلب قبل إجراء أى قياس بغرض تقويم حالة الجهاز التنفسى لدى الرياضى أن يكون ذلك فى موعد مناسب بعد زوال نتائج التعب الحادثة بناء على التدريب الرياضى. . ، هذا إجراء ضرورى إلا إذا كان هناك أغراض تتعلق بدراسة تأثير ظاهرة التعب نفسها على الجهاز التنفسى كدالة أو كإحدى الدلالات لتحديد مدى التكيف مع الحمل التدريبى.



٤ ــ الإحساس الشخصى :

يجب التعرف على إحساس الفرد بحالته من حيث طبيعة عملية التنفس، وعدم وجود أى معوقات فى عملية التنفس. . ، لذلك يجب سؤال الرياضى عن إحساسه من حيث :

- هل يشعر بشد فى عضلات الصدر ؟
- هل يشعر بعدم كفاية هواء الشهيق ؟
- هل يستمر فى النهجان لفترة طويلة بعد أداء المجهود البدنى ؟

٥ ــ حالة التنفس من خلال الأنف :

يجب التأكد من كون الرياضى يستطيع التنفس من خلال أنفه دون أى معوقات. هذا أمر مهم لأن عملية التنفس عن طريق الأنف يسمح لها بأن تقوم بوظائفها التى تتضمن ترطيب وتدفئة هواء الشهيق . . ، ولكن عند أداء المجهود البدنى لدرجة ما فإن ذلك يجعل عملية التنفس من خلال الأنف أمرا صعبا.

٦ ــ الخلو من أمراض الجهاز التنفسى :

تؤثر أمراض الجهاز التنفسى سلبًا على وظائف هذا الجهاز، لذلك فإن معرفة التاريخ المرضى للرياضى من الأمور المهمة التى تساعد على تفسير النتائج التى يتم التوصل إليها عن الجهاز الدورى.

٧ ــ قوانين الغاز :

وهى مجموعة من القوانين التى تؤثر على حجم الغازات تبعًا لاختلاف ظروف القياس من حيث «درجة الحرارة» و«الضغط» . . ، حيث إن كلا العاملين يؤثران على حجم الغازات المقاس.

ولكى تكون القياسات الخاصة بالجهاز التنفسى صحيحة يجب الأخذ فى الاعتبار عاملى «درجة الحرارة» و«الضغط» . . . ولهذه العوامل ثلاثة أشكال للتأثير هى :

(أ) درجة حرارة الجسم نفسه وضغط الغازات . . ، ويطلق عليها المصطلح (BTPS) . .

(ب) درجة حرارة البيئة والضغط المحيط، ويطلق عليها مصطلح (ATPS) . .

(جـ) الظروف المعيارية التى يمكن أن تحول نتائج القياسات إليها لسهولة المقارنة ويطلق عليها مصطلح (STPD).

لكى تكون القياسات المستخلصة سليمة يجب دائمًا تصحيحها بناء على تحديد تأثير عاملى الحرارة والضغط من خلال النماذج الثلاثة سابقة الذكر . . ، وسوف نعود مرة أخرى لتناول هذه العوامل تفصيليًا تحت عنوان قوانين الغازات.

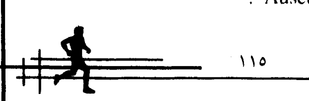
محددات دراسة الجهاز التنفسى

من الناحية الفسيولوجية تشتمل عملية التنفس على جانب خارجى يقوم به الجهاز التنفسى حتى مستوى الرئتين والحويصلات الهوائية، وجانب داخلى تقوم به أجهزة الجسم الأخرى المسئولة عن نقل الأكسچين واستهلاكه.

ويعتبر الجهاز التنفسى الخارجى من الأجهزة الحيوية التى تقع عليها أعباء ومتطلبات النشاط الرياضى لما لوظائف الجهاز التنفسى من ارتباط وثيق بوظائف الجهاز الدورى، هذا مع الأخذ فى الاعتبار أن الجهاز التنفسى فى حد ذاته لايعتبر معوقًا أساسيًا فى توصيل الأكسچين إلى أنسجة الجسم المختلفة خلال النشاط البدنى.

يستخدم لتقويم الحالة الوظيفية للجهاز التنفسى الخارجى البيانات الطبية العامة الناتجة عن الفحوص المختلفة مثل :

- بيانات التاريخ المرضى . Anamnesis
- الجس . Palpation
- القرع . Percussio
- التسمع . Ausculatio



هذه الوسائل تساعد الطبيب على تحديد بداية أو اختفاء الإصابات المرضية الرئوية، غير أن دراسة الجهاز التنفسى للفرد الرياضى فى حالته الصحية السليمة تتطلب قدرًا عميقًا من الفحوص والقياسات والاختبارات التى تحدد مستوى الحالة التدريبية للرياضى، حيث يمكن تحليل عمل الجهاز التنفسى للرياضيين من عدة جوانب مختلفة، وعن طريق تحديد طبيعة الوظائف المسئولة عن حركة التنفس يمكن التعرف على الحالة الوظيفية للجهاز التنفسى . . ، لذلك يلزم دراسة :

- الأحجام الرئوية.
- السعات الرئوية.
- قوة عضلات التنفس وحجم وسرعة سريان الهواء.
- قياس أكسجين الدم.

وفيما يلى نلقى بعض الضوء على هذه الأمور موضحين طرق القياس المستخدمة فيها.

أولا ـ الأحجام الرئوية The Pulmonary Volumes :

يعتبر تقدير أحجام حركة الهواء الداخل والخارج إلى ومن الرئتين من أسهل طرق دراسة التهوية الرئوية، وهذه العملية تسمى العملية الأسبيرومترية Spiromtry وتقاس بجهاز الأسبيروميتر Spirometer .

وهناك أربعة أحجام تكون فى مجملها الحجم الأقصى لسعة الرئتين وهى كما يلى :

١ ـ حجم هواء التنفس العادى The Tidal Volum (TV) :

وهو حجم هواء الشهيق أو الزفير فى المرة الواحدة، ويتراوح ما بين ٣٥٠ إلى ٨٠٠ ملِّيلتر، بمتوسط قدره ٥٠٠ ملِّيلتر، ويزيد أثناء النشاط البدنى ليبلغ حوالى من لتر إلى لترين (١ ـ ٢ لتر) على حساب حجم احتياطى الشهيق أكثر منه من احتياطى الزفير.

٢ ـ احتياطى هواء الزفير (Expirotory Reserve Volum (ERV :

وهو حـجم الهواء الذى يمكن إخـراجه بالإضـافة إلى حـجم هواء الزفـير العادى، ويبلغ حجمه عادة حوالى ١١٠٠ ملّيلتر.

٣ ـ احتياطي هواء الشهيق (Inspiratory Reserve Volum (IRV :

وهو حجم الهـواء الذى يمكن استنشاقـه بالإضافة إلى حجم هواء الشـهيق العادى ويبلغ حجمه عادة حوالى ٣٠٠٠ ملّيلتر.

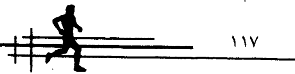
٤ ـ حجم الهواء المتبقى (Residual Volum (RV :

وهو حـجم الهواء الذى يبـقى فى الرئتـين وعادة مـا يبلغ حجـمه حـوالى ١٢٠٠ ملّيلتر.

والشكل رقم (١٣) يوضح السعات الرئوية والأحجام الرئوية.

<table>
<tr><th colspan="2">السعات الرئوية</th><th colspan="2">الأحجام الرئوية</th></tr>
<tr><td rowspan="4">السعة الحيوية الكلية (٥٨٠٠ ملّيلتر)</td><td rowspan="3">السعة الحيوية (٤٦٠٠ ملّيلتر)</td><td rowspan="2">سعة الشهيق (٣٥٠٠ ملليلتر)</td><td>احتياطى هواء الشهيق (٣٠٠٠ ملّيلتر)</td></tr>
<tr><td>حجم هواء التنفس العادى</td></tr>
<tr><td rowspan="2">السعة الوظيفية المتبقية (٢٣٠٠ ملليلتر)</td><td>احتياطي هواء الزفير (١١٠٠ ملّيلتر)</td></tr>
<tr><td>حجم الهواء</td><td>حجم الهواء المتبقي (١٢٠٠ ملّيلتر)</td></tr>
</table>

شكل رقم (١٣)
السعات الرئوية والأحجام الرئوية



ثانيًا ـ السعات الرئوية The Pulmonary Capacities :

تتكون السعات الرئوية أساسًا من تصنيفات الأحجام الرئوية فى مجموعات تسمى السعات الرئوية وتشمل ما يلى :

١ ـ سعة الشهيق Inspiratory Capacity :

وهى تساوى حجم الهواء التنفسى العادى، بالإضافة إلى احتياطى هواء الشهيق (حوالى ٣٥٠٠ ملّيلتر) وهى السعة التى يمكن للإنسان أن يستخدمها فى الأحوال العادية وكذلك فى أقصى حد لها.

٢ ـ السعة الوظيفية المتبقية The Functional Residual Capacity :

وهى تتكون من احتياطى هواء الزفير، بالإضافة إلى حجم الهواء المتبقى، وهذه السعة تمثل حجم الهواء الذى يبقى فى الرئتين حتى نهاية الزفير العادى (حوالى ٢٣٠٠ ملّيلتر).

٣ ـ السعة الحيوية The Vital Capacity (VC) :

وهى تساوى مجموع حجم احتياطى الشهيق، بالإضافة إلى هواء الشهيق العادى بالإضافة إلى احتياطى الزفير، وهذه السعة تعتبر أكبر حجم للهواء يستطيع الإنسان أن يخرجه بعد أخذ أقصى شهيق وعادة ما تبلغ ٤٦٠٠ ملّيلتر. ويمكن أن تصل إلى ٦ ـ ٧ لترات لدى طوال القامة.

٤ ـ السعة الرئوية الكلية The Total Lung Capacity:

وهى أقصى سعة تمثل أكبر حجم للهواء تستطيع الرئتان استيعابه بعد أقصى شهيق (حوالى ٥٨٠٠ ملّيلتر).

انظر الشكل السابق رقم (١٣) الذى يوضح السعات الرنوية والأحجام الرئوية.

طرق قياس وتقويم الجهاز التنفسى

١ ـ قياس السعة الحيوية :

تعتبر السـعة الحيوية Vital Capacity ذلك الجزء من السـعة الرئوية العـامة الذى يمكن تحديده بأقـصى حجم لهواء الزفـير بعد أقصـى زفير، وتنقسم السـعة الحيوية إلى ثلاثة أجزاء هى :

١ ـ حجم هواء الزفير.

٢ ـ حجم هواء التنفس.

٣ ـ حجم احتياطى هواء الشهيق.

ويمثل حجم احتياطى هواء الشهيق تقـريبًا نصف حجم السعة الحيوية كلها، وخاصة أن هذا الجزء من الهواء هو الذى يستخدم لزيادة عمق التنفس خلال العمل البدنى، بينما يمثل احتياطى هواء الزفـير حوالى ثلث (١/٣) السعة الحيوية، وهو يساهم فى زيادة عـمق التنفس أثناء الحمل البـدنى ولكن بدرجة أقل من احتـياطى هواء الشهيق.

حجم هواء التنفس هو حجم الهواء الذى يدخل إلى الرئتين أثناء الشهيق.

تستخـدم عدة أنواع مختلفـة من الأجهزة لقياس السـعة الحيوية منهـا جهاز الأسبيروميتر المائى، والأسـبيروميتر الجاف . . . انظر الشكل رقم (١٤)، والشكل رقم (١٥). وعند قياس السعة الحيوية يجب أن يكون المختبر فى الوضع الرأسى.

وتعتبر السـعة الحيوية أحد المقاييس المهـمة للحالة الوظيفية للجـهاز التنفسى حيث يرتبط مقدارها بالأحجام الرئوية وكذلك بقوة عضلات التنفس.

ويتطلب تقويم السعة الحيوية للفرد أن تـتم المقارنة بين السعة الحيوية المسجلة والتى قام فعلا بتحقيقها على الجهـاز ومقدار السعة الحيوية المفترض أن يكون عليها هذا الفرد.

ويمكن حـساب السـعـة الحيـوية الفرضـيـة فى هذه الحالة عن طريق عـدة معادلات رياضية توصل لها العلماء عن طريق بعض المقاييس الأنثروبومترية للفرد، بالإضافة إلى عاملى السن والجنس.



شكل رقم (١٤)
الأسبيروميتر المائى
عن : (Clarke, 1967)



شكل رقم (١٥)
الأسبيروميتر الجاف
عن: (محمد صبحى حسانين، ١٩٩٦م)

فى مجال الطب الرياضى تستخدم معادلات Kornan, Boldoin, Ritchard كما يلى :

* السعة الحيوية الفرضية (رجال) =

(٢٧,٦٣ ـ ١١٢, ٠ × العمر بالسنة) × الطول بالسنتيمتر.

* السعة الحيوية الفرضية (سيدات) =

(٢١,٧٨ ـ ١٠١, ٠ × العمر بالسنة) × الطول بالسنتيمتر.

كما يقترح روسيل (Russell, 1978) (*) المعادلة التالية لاستخراج السعة الحيوية الفرضية:

* السعة الحيوية الفرضية (رجال) =

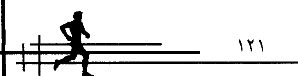
(١٢١٠٢, ٠ × الطول بالبوصة) ـ (٠١٣٥٧, ٠ × السن بالسنة) ـ ٣, ١٨٣٧٣.

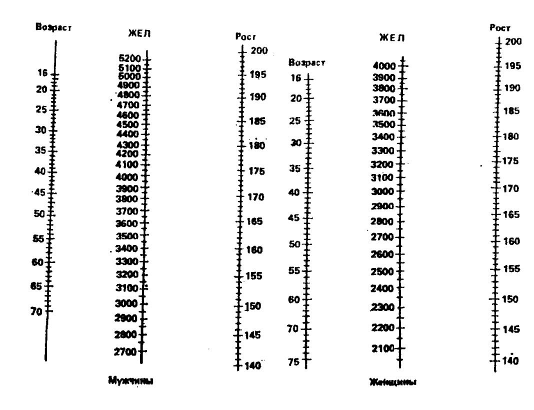
* السعة الحيوية الفرضية (سيدات) =

(٠٧٨٣٣, ٠ × الطول بالبوصة) ـ (٠١٥٣٩, ٠ × السن بالسنة) ـ ١, ٠٤٩١٢.

والشكل رقم (١٦) يوضح نومجرام سورتيسون لتحديد السعة الحيوية الفرضية للرجال بدلالة الطول والسن. وكذلك الشكل رقم (١٧) الذى يوضح إمكانية تحديد السعة الحيوية الفرضية للنساء بدلالة الطول والسن أيضًا. وفى كلا الشكلين (١٦، ١٧) المطلوب فقط هو تحديد الطول بالسنتيمتر والعمر بالسنة للمختبر وتحديد كل منهما على العمود المخصص لذلك، يتم بعد ذلك الإيصال بين النقطتن اللتين تم تحديدهما بالقلم الرصاص والمسطرة . . ، الخط المرسوم والموصل بين النقطتين يمر على التدريج الأوسط الذى يمثل السعة الحيوية الفرضية، نقطة التقاء الخط المرسوم على التدريج الأوسط تمثل قيمة السعة الحيوية الفرضية للمختبر.

(*) Russell, G. K. (1978) : Laboratory Investigations in Human Physiology, Macmillan Publishing Co., Inc., New York.



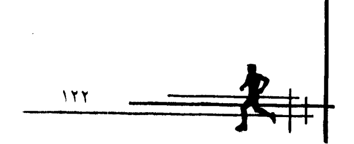


شكل رقم (١٦)
نومجرام السعة الحيوية للنساء

شكل رقم (١٧)
نومجرام السعة الحيوية للرجال

نومجرام سورتيسون لتحديد السعة الحيوية الفرضية للرجال والنساء بدلالة الطول والعمر
عن : (Karpman, 1980)

(١) الطول (سم).
(٢) السعة الحيوية (مل).
(٣) العمر (سنة).



وينصح بعض الباحثين أيضًا باستخدام معادلة Antony and Vintrakhta كما يلى :

السعة الحـيوية الفرضية = التـمثيل الغذائى القـاعدى الفرضى (*) بالسعر الحرارى × K .

حيث K = معامل ثابت للرجال (٢,٦)، وللنساء (٢,٢).

وتنسب السعة الحيوية إلى السعة الحيوية الفرضية أى :

$$\frac{\text{السعة الحيوية}}{\text{السعة الحيوية الفرضية}} \quad (\%)$$

وغالبًا لايتعدى الناتج أكثر من ٩٠٪ للأفـراد العاديين غير الرياضيين، بينما يمكن أن يصل إلى ١٠٠٪ بالنسبة للرياضيين.

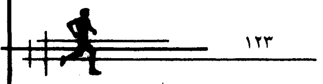
ويتراوح مـدى السعة الحيـوية لدى الرياضيين من ٣ ـ ٨ لتر، وقـد سجلت بعض الحالات النادرة للسعة الحيوية للرجال بلغت ٨,٧ لتر وللسيدات ٥,٣ لتر.

والجدول رقم (٢٩) يوضح السعة الحيـوية لدى الرياضيين فى أنشطة رياضية مختلفة محسوبة بالملِّيلتر.

جدول رقم (٢٩)
السعة الحيوية فى بعض الأنشطة الرياضية

النشاط الرياضى	السعة الحيوية	النشاط الرياضى	السعة الحيوية
السباحة	٥٨٩٥	الدراجات	٥٠٠٠
الكرة الطائرة	٥٥٨٥	الجرى	٥٠٠٠
كرة السلة	٥٥٢٠	المبارزة	٤٩٧٠
التجديف	٥٤١٠	المصارعة	٤٧٤٠
كرة القدم	٥٢٦٠	الملاكمة	٤٦٩٠
رفع الأثقال	٥١٤٠	الجمباز	٤٤٥٠
الانزلاق	٥٠٣٠		

(١) سيتم شرح طريقة تحديد التمثيل الغذائى القاعدى فى نهاية هذا الفصل.



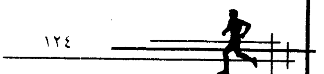
ويلاحظ فى الجدول رقم (٢٩) أن أكبر حجم للسعة الحيوية لدى لاعبى الأنشطة التى تتطلب عنصر التحمل endurance، هذا ويجب ملاحظة أن قياسات السعة الحيوية لاتعبر بصفة عامة عن كفاءة عمل الجهازين الدورى والتنفسى، حيث إن هذا الحجم يعبر عن قدرة الرئتين على استيعاب الهواء، غير أن عملية نقل الأكسجين بواسطة الدم إلى العضلات من مهام الجهاز الدورى.

لذلك فإن السعة الحيوية فى حد ذاتها تتعاظم أهميتها بالنسبة للمدرب الرياضى فى حالة معرفة أن حجم هواء التنفس أثناء الأداء البدنى الأقصى يساوى نصف حجم السعة الحيوية تقريبًا. ولذلك فإن معرفة السعة الحيوية تعتبر مؤشرا لمعرفة حجم هواء التنفس الأقصى عند أداء الحمل البدنى. وكلما زاد حجم هواء التنفس قل معدل التنفس فى الدقيقة، وبالتالى زادت اقتصادية استهلاك الأكسجين، وكلما قل حجم هواء التنفس زاد معدل التنفس فى الدقيقة وزاد بالتالى حجم الأكسجين المستهلك فى عمل عضلات التنفس ذاتها نتيجة لزيادة معدل التنفس فيكون ذلك على حساب الأكسجين المستهلك لباقى الجسم.

٢ ـ قياس السعة الحيوية السريعة

: Forced Vital Capacity (FVC)

يعتبر .Votcha B.E أول من لفت الانتباه إلى أهمية دور سرعة خروج هواء الزفير عند قياس السعة الحيوية، حيث إنه إذا ما تم إخراج الزفير بأقصى سرعة فإن مقدار ما يسجل من السعة الحيوية يكون عادة أقل من السعة الحيوية البطيئة بمقدار ٢٠٠ ـ ٣٠٠ مليلتر، وتلا ذلك Tefno الذى استخدم جهاز رسم الأحجام الرئوية Spirograph ونجح من خلاله فى تسجيل السعة الحيوية السريعة خلال الثانية الأولى (FVC_1). وتتضح أهمية قياس السعة الحيوية السريعة عند مقارنتها بمثيلاتها البطيئة لنفس الشخص...، وهذا مفيد فى تشخيص كثير من الأمراض المعوقة للجهاز التنفسى، وعلى سبيل المثال فى حالة مرض الانتفاخ Emphysema تصبح جدران الحويصلات صلبة وتفقد خاصية المطاطية، ويؤدى ذلك إلى إمكانية أن يكون الشهيق طبيعيًا أو بدرجة أقل، غير أن انقباض الحويصلات لطرد هواء الزفير يتأخر ....، حيث يمكن ملاحظة ذلك بسهولة عن طريق المقارنة بين السعة



الحيويــة البطيئة والسعــة الحيوية السريعــة. وهذا الفرق يجب ألا يزيد عن ٢٠٪، حيث إن السعــة الحيوية السريعة يجب أن تكون فى حــدود ٨٠ ـ ٨٥ ٪ من السعة الحيوية البطيئة. وترتفع هذه النسبة قليلا لدى الرياضيين.

وفى حالة وجود بعض المعــوقات فى المسالك الهوائيــة يمكن أن تصل نسبة السعة الحيوية البطيئة فى الثانية الأولى إلى ٢٠ ـ ٤٠٪ من السعة الحيوية السريعة.

ويمكن استخــدام القياس للسعــة الحيوية السريعــة خلال نهاية الثانيــة الثانية (FVC_2) والثالثة (FVC_3) دون الاقتصار فقط على الثــانية الأولى، وعادة ما يطرد الشخص السليم صــحيًا ٨٣٪ من حــجم الهواء فى السعــة الحيوية البطيئــة خلال الثانية الأولى، وتزيد هذه النســبة لتصل إلى ٩٤٪ خلال الثانية الثــانية، بينما تبلغ ٩٧٪ عند الثانية الثالثة.

ويقترح روسيل (Russell, 1978) المعادلة التاليــة لاستخراج السعــة الحيوية السريعة الفرضية :

*** للرجال :**

السعة الحيوية خلال الثانية الأولى (FVC_1) =

(H × ٠,٠٩١٠٧) - (A × ٠,٠٢٣٢٠) ـ ١,٥٠٧٢٣

حيث : A = العمر بالسنة.

H = الطول بالبوصة.

*** للسيدات :**

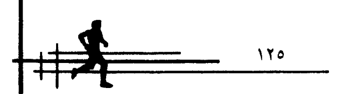
السعة الحيوية خلال الثانية الأولى (FVC_1) =

(H × ٠,٠٦٠٢٩) - (A × ٠,٠١٩٣٦) ـ ٠,١٨٦٩٣

حيث : A = العمر بالسنة.

H = الطول بالبوصة.

هذا ويمكن استخدام السعــة الفرضية فى إيجاد النسبة المئوية للسعــة الحقيقية والتى عادة ما تتراوح ما بين ٨٥ ـ ١١٥ ٪.



٣ ـ قياس السعة التنفسية القصوى

Maximum Breathing Capacity (MBC)

السعة التنفسية القصوى (MBC) أو كما يطلق عليهــا البعض التهوية الرئوية القصوى Maximum Pulmonary Ventilation ويرمز لهـا بالحرف (V_E) . . هى عــبارة عن أقـصى حجم للهــواء يدخـــل ويخــرج إلى ومن الرئتين فى الدقــيقــة الواحدة .

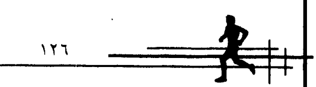
ويتم قياس السعة التنفسية القصــوى بمحاولة أخذ شهيق وزفير بأقصى سرعة خلال ١٢ ـ ١٥ ـ ٢٠ ثانية، وبالضرب فى ٥، ٤، ٣ يتم تحويل نسبة الناتج خلال أى فترة زمنية إلى دقيقة .

هذا ويمكن أن يصل الحجم الأقصى إلى ٢٠٠ ـ ٢٥٠ لتـر/ دقيقة، ويعطى هذا الاختبــار فكرة متكاملة عن إمكانات زيادة التهــوية الرئوية إراديًا والتى يتحكم فيــها عمل الجهــاز التنفسى الخارجى وثبات مــركز التنفس فى مواجــهة نقص ثانى أكســيد الكربون Hypocapnia والدافعيــة نظرًا لارتباط نتيــجة الاختبار بـإحساس المفحوص بالنسبة للمشرف على الاختبار .

فى الوقت الحالــى يحكم على السعة الــتنفسيــة القصوى عــن طريق المقدار المســجل للتهــوية الرئوية عند أداء عمل مـعين (فى ظروف تحـديد الحد الأقــصى لاستهلاك الأكسجين) .

ويتم قيــاس السعة التنفســية القصــوى عن طريق عداد غازات مثـبت بأنبوبة مطاطة مثبتة فى علبة، وبعد تسجيل البيانات الأولية يطلب من المختبر أن يضع فى فمــه المبسم المــتصل بالأنبــوبة المطاط مع مسك الأنف بالماسك أو الأصــابع، ومن وضع الشهــيق بعمق يتم أداء الشهــيق والزفير بأقصى ســرعة لمدة ١٢ ـ ١٥ ـ ٢٠ ثانية (إحدى هذه الفتــرات) على أن يتم القياس باستخدام ســاعة إيقاف، ويسجل الناتج بعد تحويله إلى دقيقة كما سبق شرحه .

ويتم حســاب السعة التنفســية لتحديد نســبتها المئــوية بعد استخــراج السعة التنفسية القصوى الفرضية من المعادلة التالية :



السعة الفرضية = ٢/١ (السعة الحيوية الحقيقية) × ٣٥

مثال :

- السعة التنفسية القصوى الفرضية = ١٤٠ لتر/دقيقة.
- السعة الحيوية الحقيقية = ٤ لتر.

بتطبيق المعادلة :

- السعة الحيوية القصوى الفرضية = ٢/١ (٤ لتر) × ٣٥

= ٧٠ لتراً

- النسبة المئوية للسعة التنفسية القصوى الحقيقية =

$$\frac{١٤٠ \times ١٠٠ ٪}{٧٠} = ٢٠٠ ٪$$

وعادة مـا تكون السعة التنـفسيـة القصوى تتـراوح ما بين ٨٥ ـ ١١٥٪ من السعة التنفسية الفرضية، وكلما زادت السعة التنفسية القصوى الحقيقية زادت النسبة المئوية لها، ودل ذلك على كفاءة الجهاز التنفسى الخارجى.

كما اقترح روسيل (Russell, 1978) المعادلة التالية :

*** للرجال :**

السعة التنفسية القصوى (MBC) =

(٨٦,٥ ـ ٠,٠٥٥٢ × A) × m^2 .

*** للسيدات :**

السعة التنفسية القصوى (MBC) =

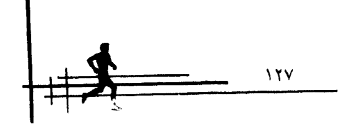
(٧١,٣ ـ ٠,٤٧٤٤ × A) × m^2 .

حيـث : A = العمر بالسنة.

m^2 = مساحة الجسم بالمتر المربع.

ولاستـخراج مساحـة الجسم بدلالة الطول بالسنتـيمتـر والوزن بالكيلوجرام يمكن استخدام الجدول رقم (٣٠) (*).

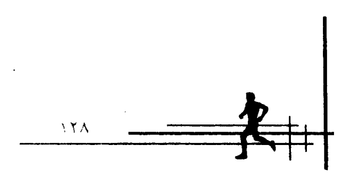
(*) راجع مساحة الجسم فى نهاية هذا الفصل.



جدول رقم (٣٠)

مساحة مسطح الجسم بالمتر المربع

الطول (سم)	الوزن (كجم)																
	٢٥	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠	٦٥	٧٠	٧٥	٨٠	٨٥	٩٠	٩٥	١٠٠	١٠٥
٢٠٠							١,٨٤	١,٩١	١,٩٧	٢,٠٣	٢,٠٩	٢,١٥	٢,٢١	٢,٢٦	٢,٣١	٢,٣٦	٢,٤١
١٩٥						١,٧٣	١,٨٠	١,٨٧	١,٩٣	١,٩٩	٢,٠٥	٢,١١	٢,١٦	٢,٢٢	٢,٢٧	٢,٣٢	٢,٣٦
١٩٠				١,٥٦	١,٦٣	١,٧٠	١,٧٧	١,٨٤	١,٩٠	١,٩٦	٢,٠٢	٢,٠٨	٢,١٣	٢,١٨	٢,٢٣	٢,٢٨	٢,٣٣
١٨٥				١,٥٣	١,٦٠	١,٦٧	١,٧٤	١,٨٠	١,٨٦	١,٩٢	١,٩٨	٢,٠٤	٢,٠٩	٢,١٤	٢,١٩	٢,٢٤	٢,٢٨
١٨٠				١,٤٩	١,٥٧	١,٦٤	١,٧١	١,٧٧	١,٨٣	١,٨٩	١,٩٥	٢,٠٠	٢,٠٥	٢,١٠	٢,١٥	٢,٢١	٢,٢٥
١٧٥	١,١٩	١,٢٨	١,٣٦	١,٤٦	١,٥٣	١,٦١	١,٦٧	١,٧٣	١,٧٩	١,٨٥	١,٩١	١,٩٦	٢,٠١	٢,٠٦	٢,١١	٢,١٦	٢,٢٠
١٧٠	١,١٧	١,٢٦	١,٣٤	١,٤٣	١,٥٠	١,٥٧	١,٦٣	١,٦٩	١,٧٥	١,٨١	١,٨٦	١,٩١	١,٩٦	٢,٠١	٢,٠٦	٢,١١	
١٦٥	١,١٤	١,٢٣	١,٣١	١,٤٠	١,٤٧	١,٥٤	١,٦٠	١,٦٦	١,٧٢	١,٧٨	١,٨٣	١,٨٨	١,٩٣	١,٩٨	٢,٠٣	٢,٠٧	
١٦٠	١,١٢	١,٢١	١,٢٩	١,٣٧	١,٤٤	١,٥٠	١,٥٦	١,٦٢	١,٦٨	١,٧٣	١,٧٨	١,٨٣	١,٨٨	١,٩٣	١,٩٨		
١٥٥	١,٠٩	١,١٨	١,٢٦	١,٣٣	١,٤٠	١,٤٦	١,٥٢	١,٥٨	١,٦٤	١,٦٩	١,٧٤	١,٧٩	١,٨٤	١,٨٩			
١٥٠	١,٠٦	١,١٥	١,٢٣	١,٣٠	١,٣٦	١,٤٢	١,٤٨	١,٥٤	١,٦٠	١,٦٥	١,٧٠	١,٧٥	١,٨٠				
١٤٥	١,٠٣	١,١٢	١,٢٠	١,٢٧	١,٣٣	١,٣٩	١,٤٥	١,٥١	١,٥٦	١,٦١	١,٦٦	١,٧١					
١٤٠	١,٠٠	١,٠٩	١,١٧	١,٢٤	١,٣٠	١,٣٦	١,٤٢	١,٤٧	١,٥٢	١,٥٧							
١٣٥	,٩٧	١,٠٦	١,١٤	١,٢٠	١,٢٦	١,٣٢	١,٣٨	١,٤٣	١,٤٨								
١٣٠	,٩٥	١,٠٤	١,١١	١,١٧	١,٢٣	١,٢٩	١,٣٥	١,٤٠									
١٢٥	,٩٣	١,٠١	١,٠٨	١,١٤	١,٢٠	١,٢٦	١,٣١	١,٣٦									
١٢٠	,٩١	,٩٨	١,٠٤	١,١٠	١,١٦	١,٢٢	١,٢٧										



٤ ـ قياس السعة الحيوية الديناميكية Dynamic Vital Capacity :

تقاس السعة الحيوية الديناميكية عن طريق تحديد تغيرات السعة الحيوية تحت تأثير الأحمال البدنية، وذلك بتحديد القياس القبلى للسعة الحيوية فى حالة الراحة ثم يقوم المختبر بأداء الحمل البدنى (مثلا : الجرى فى المكان دقيقتين بمعدل ١٨٠ خطوة فى الدقيقة مع رفع الركبة لزاوية ٧٠ ـ ٨٠ درجة) ويتم بعد ذلك قياس السعة الحيوية (القياس البعدى).

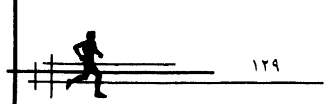
بناء على حالة الجهاز التنفسى الخارجى الوظيفية والجهاز الدورى يكون التغير الحادث فى السعة الحيوية (مقارنة القياس البعدى بالقياس القبلى) إما بعدم التغير فى حجم السعة الحيوية أو الزيادة أو النقصان. مع ملاحظة أن التغير الحادث فى حجم السعة الحيوية فى حالة الزيادة يجب أن يكون فى حدود ٢٠٠ مليلتر.

هذا ويجب ملاحظة أن أداء الجرى فى المكان لمدة دقيقتين كحمل بدنى يمكن أن ينفذ فى قاعة الدراسة أو فى أى مكان آخر، كما يمكن استخدام أى تمرينات أخرى محددة، أو جرعات تدريب مقننة كبديل للجرى فى المكان،وذلك بنفس أسلوب القياس القبلى والبعدى للسعة الحيوية.

ومن أشهر اختبارات السعة الحيوية الديناميكية اختبار روزينتال Rozental Test، وفيه يتم قياس السعة الحيوية خمس مرات بفاصل ١٥ ثانية للراحة بين كل قياس والآخر.

هذا الاختبار يماثل اختبار السعة الحيوية الديناميكية السابق ذكره، غير أن الحمل البدنى الواقع هنا على الجهاز العظمى والعضلى للجهاز التنفسى الخارجى يتمثل فى أداء اختبار السعة الحيوية نفسه خلال المرات الخمس. وفى حالة ما إذا كانت الحالة الوظيفية جيدة تلاحظ زيادة فى نتائج القياسات، وفى الحالة المقبولة لايحدث تغير فى نتائج قياسات السعة الحيوية، أما فى الحالة الضعيفة فتقل نتائج القياسات. أى يمكن التعامل مع المستويات التالية :

ـ جيد : زيادة متدرجة فى نتائج القياسات الخمسة.



ـ متوسط (مقبول) : عدم حدوث زيادة أو نقصان فى القياسات الخمسة.

ـ ضعيف : قلة متدرجة فى نتائج القياسات الخمسة.

٥ ـ قياس قوة عضلات التنفس ومعدل سرعة سريان الدم :

يستخدم لذلك عدة أجهزة منها أجهزة مقياس التنفس Peneumatometer، وجهاز قياس سرعة سريان هواء الرئة Peneumotachometer وغيرها.

ويقيس جهاز مقياس التنفس مستوى ضغط الرئتين أثناء كتم التنفس أو إخراج الزفير بقوة، حيث تبلغ قوة هواء الزفير ٨٠ ـ ٢٠٠ مم زئبق (MM. PT. CT). وهى بذلك تزيد عن قوة هواء الشهيق التى تتراوح ما بين ٥٠ ـ ٧٠ مم زئبق (MM. PT. CT).

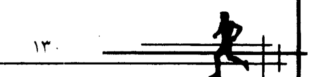
ويقيس «جهاز سرعة سريان هواء الرئة» حجم ومعدل حجم سرعة هواء الزفير والشهيق خلال مروره فى الممرات الهوائية بقوة. ومن خلال ذلك يمكن الحكم على مستوى قوة (السرعة × القوة) هواء الشهيق والزفير وسرعته، حيث يعبر عن ذلك باللتر فى الثانية.

وتبلغ نسبة قدرة هواء الشهيق إلى قدرة هواء الزفير حوالى الواحد الصحيح لدى الأشخاص الأصحاء غير الرياضيين، بينما تقل عن ذلك لدى المرضى، وتزيد عن الواحد الصحيح لدى الرياضيين (قد تصل إلى ١,٢ ـ ١,٤) ..، ولهذا أهمية كبيرة بالنسبة للرياضيين، حيث إن زيادة عمق التنفس تكون على حساب استخدام حجم هواء احتياطى الشهيق.

٦ ـ قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء التنفس :

تعبر قياسات الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الزفير عن مقدار مقاومة سريان الهواء داخل المسالك الهوائية. حيث تتوقف هذه المقاومة على مدى اتساع المسالك الهوائية، فكلما زاد الاتساع قلت مقاومة سريان الهواء والعكس صحيح أيضا، حيث إنه كلما ضاقت المسالك الهوائية زادت مقاومة سريان الهواء.

وبمعنى آخر كلما قلت مقاومة سريان الهواء فى المسالك الهوائية يزداد حجم هواء الزفير أو الشهيق خلال وحدة زمنية معينة عند أداء الإنسان حركات التنفس بأقصى سرعة.



ويعبر عن قياسات الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الزفير والشهيق باللتر فى الثانية (ل/ث)، ويمكن الحكم عن طريقة الاختبارات التى تقيس الحجم لسرعة سريان هواء التنفس على كفاءة التوصيل للقصبة الهوائية، حيث تعتبر - القصبة الهوائية - أحد عوامل الحالة الوظيفية للجهاز التنفسى الخارجى المهمة، ولها تأثير مباشر على الطاقة المبذولة لعمل التهوية الرئوية، فكلما كان توصيل القصبة الهوائية أفضل قل استهلاك الطاقة اللازمة للتهوية الرئوية.

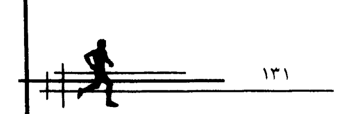
ويتم قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان الهواء بواسطة جهاز «قياس سرعة سريان هواء الرئة» . . ، ويتكون هذا الجهاز من أسطوانة متصلة بجهاز مانوميتر Manometer لتوضيح القراءة، وبداخل الأسطوانة المفتوحة من كلا الجانبين، وعند مرور الهواء بالأسطوانة يتأثر جدار الأسطوانة بقوة وسرعة مرور الهواء والذى يقوم بنقل هذه القوة الدافعة إلى المانوميتر الذى يظهر فى شكل قياسات باللتر/ثانية. وفيما يلى الأساليب المستخدمة لقياس الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الزفير والشهيق، وكذلك أسلوب استخراج الحجم الأقصى الفرضى لسريان الهواء.

أ - قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الزفير (PEF) :

يتم قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الزفير باستخدام الجهاز السابق الإشارة إليه **«جهاز قياس سرعة سريان هواء الرئة»، حيث تتم إدارة مفتاح الجهاز** لوضع «الزفير»، وتمسك الأسطوانة باليد، ويقوم المختبر بأخذ أقصى شهيق ووضع طرف الأسطوانة فى فمه مع إحاطة هذا الطرف بالشفتين بإحكام،ويقوم بإخراج أقصى زفير قصير. ثم يتم تسجيل القراءة التى تظهر على المانوميتر (لتر/ثانية). . ، يكرر القياس للحصول على أعلى المقادير.

ب - قياس الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الشهيق (PIE) :

يستخدم نفس الجهاز، يدار مفتاح الجهاز على وضع «الشهيق» . . ، ويتم أداء أقصى زفير كتمهيد لأداء أقصى وأسرع شهيق، وتسجل القراءة التى تظهر على المانوميتر (لتر/ثانية) . . ، يكرر القياس للحصول على أعلى المقادير.



جـ ـ حساب الحجم الأقصى لسرعة سريان هواء الزفير والشهيق :

يتم تحديد الحجم الأقصى الفرضى لسرعة سريان هواء الزفير بحاصل ضرب السعة الحيوية الحقيقية فى ١,٢٥ .

مثال :

ـ الحجم الأقصى لسريان هواء الزفير الحقيقى = ٥,٥ لتر/ثانية.

ـ السعة الحيوية الحقيقية = ٤ لتر.

ـ الحجم الأقصى لسريان هواء الزفير الفرضى = السعة الحيوية × ١,٢٥

= ٤ × ١,٢٥ = ٥ لتر/ثانية.

ويتم بعد ذلك حساب النسبة المئوية للحجم الأقصى الحقيقى إلى الحجم الأقصى الفرضى والتى عادة ما تتراوح ما بين ٨٥ ـ ١١٥ ٪.

ويعتبر الحد الأقصى لسريان هواء الشهيق فى الأحوال العادية مساويا لمثيله فى الزفير، أو قد يزيد عليه قليلا.

٧ ـ قياس قوة عضلات الزفير :

يتم قياس قوة عضلات الزفير بواسطة جهاز البنيوماتوميتر Peneumatometer الغشائى، انظر الشكل رقم (١٨)، ويعبر عنه بالملّمتر / زئبق.

ولقياس قوة عضلات الزفير يتم أخذ شهيق عميق وإخراج الزفير فى مبسم الجهاز بقوة . . ، وتقدر قوة عضلات الزفير بنسبة $\frac{١}{١٠}$ للتمثيل الغذائى القاعدى الفرضى.

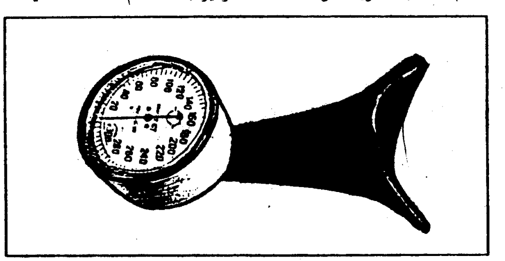
مثال :

ـ قوة عضلات الزفير التى تم قياسها باستخدام جهاز «البنيوماتوميتر» ١٦٠ مم/زئبق.

ـ التمثيل القاعدى بناء على جداول هاريس وبندكت Harres - Binidkt ١٧٠٠ سعر حرارى(*).

(*) راجع هذه الجداول فى جزء تال من هذا الفصل.

ـ تحسب النسبة المئوية لقوة عضلات الزفير باستخدام المعادلة التالية :



شكل رقم (١٨)

جهاز البنيوماتوميتر لقياس قوة عضلات الزفير

$$\text{النسبة المئوية لقوة عضلات الزفير} = \frac{\text{قوة عضلات الزفير الحقيقية} \times ١٠٠}{\text{قوة عضلات الزفير الفرضية}}$$

$$= \frac{١٦٠ \times ١٠٠}{١٧٠} = ٩٢ \%.$$

والجدير بالذكر أن المدى الطبيعي يتراوح ما بين ٨٥ ـ ١١٥ ٪.

٨ ـ قياس أكسجين الدم Oxyhemometry or Oxyhemograph :

لتحديد تغيرات الأكسجين فى الدم الشريانى يستخدم مقياس أكسجين الدم Oxyhemometry وذلك فى حالة إذا ما تمت ملاحظة القراءة بصريًا. أما فى حالة التسجيل على شريط ورقى فيسمى هذا المقياس Oxyhemograph.

هذا ويعتبر مستوى أكسجين الدم الشريانى من أهم المؤشرات لتقويم وظائف الجهاز التنفسى بشكل عام. ويعبر عنها بالنسبة المئوية لكمية الأكسجين إلى سعة ١٠٠ مليلتر من الدم لحمل الأكسجين (أى النسبة فى ١٠ مليلتر).

هذا ويمكن استخدام هذه القياسات مع كتم التنفس، أو مع الأحمال البدنية لتقويم الجوانب المهمة للحالة الوظيفية للجهاز التنفسى.

٩ ـ قياس حالة الجهاز التنفسى باستخدام الأسبيروجراف :

يقصد بطريقة سبيروجراف Spirograph استخدام جهاز يتكون من سبيرومير Spirometer متصل بجهاز للتسجيل.

بواسطة هذه الطريقة يمكن تسجيل وتقويم الكثير من وظائف الجهاز التنفسى. هذا وقد أمكن إضافة إمكانات أخرى فى بعض الأجهزة لقياس استهلاك الأكسجين.

فيما يلى نوضح بعض القياسات التى يمكن استخراجها من الأسبيروجراف :

١ ـ معدل التنفس (عدد مرات التنفس فى الدقيقة).

٢ ـ حجم هواء التنفس.

٣ ـ حجم هواء التنفس فى الدقيقة.

٤ ـ استهلاك الأكسجين (خلال التنفس العادى).

٥ ـ السعة الحيوية وأحجامها المختلفة (احتياطى الشهيق + حجم التنفس العادى + احتياطى الزفير).

٦ ـ السعة الحيوية السريعة خلال ثانية واحدة.

٧ ـ السعة التنفسية القصوى لمدة ١٥ ثانية.

١٠ ـ قياس حالة الجهاز التنفسى باستخدام البونى سبيرومتر :

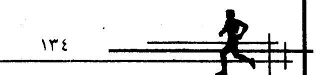
تطورت أجهزة قياس وظائف الجهاز التنفسى، وأصبح فى مقدرة جهاز صغير الحجم قياس العديد من المتغيرات فى وقت واحد.

من هذه الأجهزة جهاز البونى سبيروميتر Pony Spirometer، الذى يمكنه قياس العديد من المتغيرات فى وقت واحد وطباعتها على شريط تسجيل موضح عليه قيم هذه المتغيرات المقاسة ورسم بيانى لهذه المتغيرات. ويستطيع هذا الجهاز إعطاء البيانات فى ثلاثة أشكال هى :

١ ـ البيانات الحقيقية التى تم قياسها فعلا.

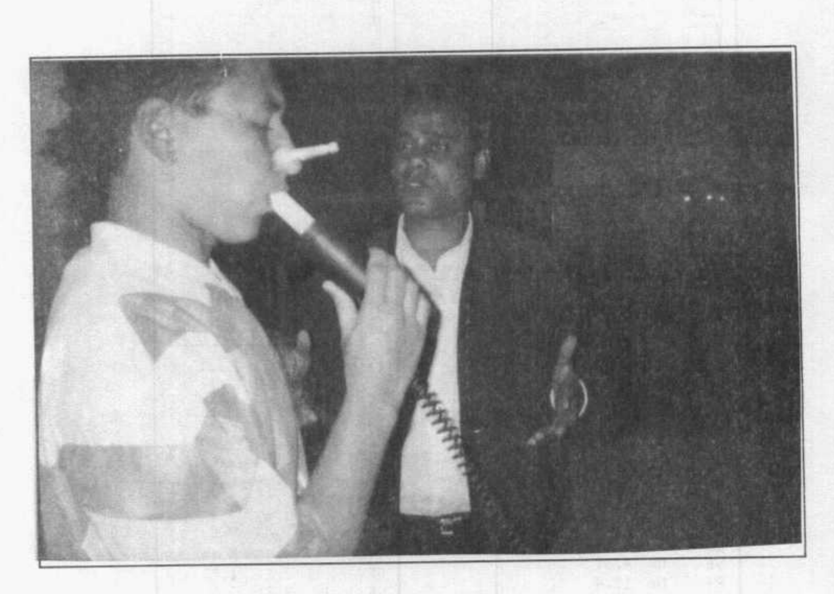
٢ ـ البيانات المقابلة للبيانات الحقيقية والتى يطلق عليها الفرضية.

٣ ـ النسبة المئوية للبيانات الحقيقية إلى البيانات الفرضية.



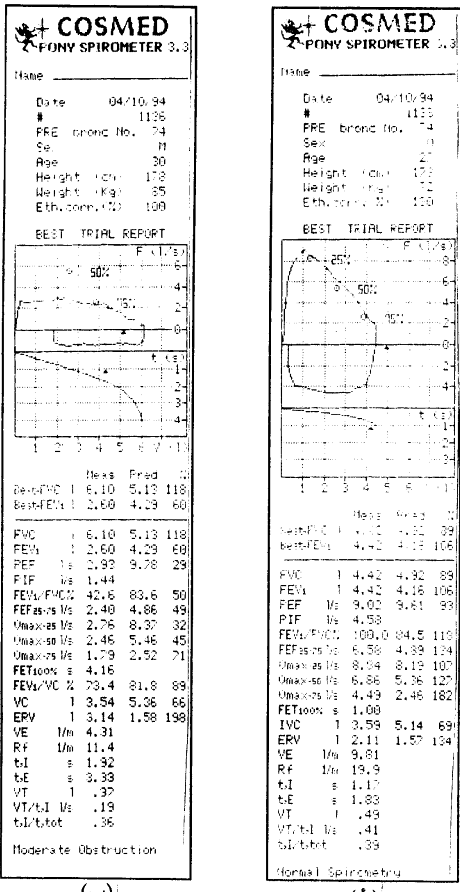
وقبل بدء العمل بالجهاز يتم إدخال البيانات العامة، وهى ضرورية ومهمة فى استخراج البيانات الفرضية للمختبر وتشمل : التاريخ، والجنس، والعمر بالسنة، والطول بالسنتيمتر، والوزن بالكيلوجرام.

الشكل رقم (١٩) يوضح جهاز البونى سبيروميتر، والشكل رقم (٢٠) يوضح نموذجين (أ، ب) لشريط التسجيل موضح فيه البيانات المستخرجة على حالتين من الذكور . . . وهى كما يلى مقرونة بمثال رقمى مستخرج من الشكل رقم (٢٠ ـ أ).



شكل رقم (١٩)

جهاز البونى سبيروميتر Pony Spirometer لقياس كفاءة الجهاز التنفسى



(ب) (أ)

شكل رقم (٢٠)

شريط التسجيل المستخرج من جهاز البونى سبيروميتر

- الاسم (Name) :

- التاريخ (Date) : ٤ / ١٠ / ١٩٩٤م.

- الجنس (Sex) : ذكر.

- العمر (Age) : ٢٧ سنة.

- الطول (Height) : ١٧٣ سم.

- الوزن (Weight) : ٧٢ كجم.

- السعة الحيوية السريعة - لتر (FVC) : ٤,٤٢ - ٤,٩٢ - ٨٩.

- حجم هواء الزفير السريع فى الثانية الأولى - لتر (FEV_1) : ٤,٤٢ - ٤,١٦ - ١٠٦.

- ضغط (سرعة) سريان الزفير - لتر/ث (PEF) : ٩,٠٢ - ٩,٦١ - ٩٣.

- ضغط (سرعة) سريان الشهيق لتر/ث (PIF) : ٤,٥٨.

- نسبة حجم هواء الزفير السريع إلى السعة الحيوية السريعة ٪ (FEV_1/FVC%) : ١٠٠,٠ - ٨٤,٥ - ١١٨.

- حجم هواء الزفير السريع ٢٥ - ٧٥ ٪ لتر/ث (FEF_{25-75}) : ٦,٥٨ - ٤,٨٩ - ١٣٤.

- حجم الهواء الأقصى ٢٥٪ - لتر /ث (Vmax -25) : ٨,٨٤ - ٨,١٩ - ١٠٧.

- حجم الهواء الأقصى ٥٠٪ - لتر /ث (Vmax -50) : ٦,٨٦ - ٥,٣٦ - ١٢٧.

- حجم الهواء الأقصى ٧٥٪ - لتر /ث (Vmax -75) : ٤,٤٩ - ٢,٤٦ - ١٨٢.

- زمن هواء الزفير ١٠٠ ٪ - ثانية (FET 100%) : ١,٠٠ .

- سعة هواء الشهيق - لتر (IVC) : ٣,٥٩ - ٥,١٤ - ٦٩ .

- حجم احتياطى الزفير - لتر (ERV) : ٢,١١ - ١,٥٧ - ١٣٤ .

- التهوية الرئوية - لتر/ دقيقة (VE) : ٩,٨١ .

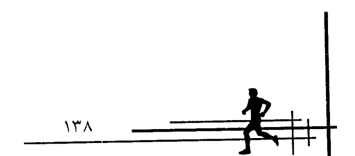
- زمن الشهيق - ثانية (t, I) : ١,١٧ .

- زمن الزفير - ثانية (t, E) : ١,٨٣ .

- حجم هواء التنفس - لتر (VT) : ٠,٤٩ .

- نسبة حجم هواء التنفس إلى زمن الشهيق - لتر/ ثانية (VT / t, I) : ٠,٤١ .

- نسبة زمن الشهيق إلى الزمن الكلى (t, I / t, tot.) : ٠,٣٩ .



عند إجراء القياسات الخاصة بالجهاز التنفسى يتم التعامل مع أحجام الغازات بأنواعهـا المختلفـة، وهذه الغازات تخـتلف أحجـامها تبـعًا لتـأثير درجـة الحرارة والضغط عليها.

على سبـيل المثال يؤدى ارتفـاع درجة الحرارة إلى زيادة حـجم الغاز، كـما يؤدى انخفـاض الضغط إلى زيادة حجم الغاز أيضًـا. وعلى العكس من ذلك فإن انخفاض الحرارة مع زيادة الضغط يؤدى إلى تقليل حجم الغازات.

من ثم فـإن عاملى «الحـرارة» و«الضغط» ومـا لهمـا من تأثير على حـجم الغازات يشكلان عقبـة عند مقارنة أحجام الغازات دون مراعـاة توحيدهما، لذلك فإن مـقارنة أحـجام غـازات التنفس تتطلب التـصحيـح فى ضوء عامـلى الحرارة والضغط لتـلاشى تأثير هذين المتـغيرين قـبل إجراء المقـارنة. . .، فهمـا ـ الحرارة والضغط ـ يتغيران يوما بعد يوم، وكذلك من معمل إلى آخر.

★ حالة ATPS :

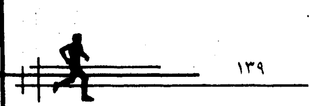
كثـيرًا مـا يلاحظ الرمز ATPS، بجانب قـياسات أحجـام الغازات، وهذه الحـروف تعـبـر عن درجـة الحـرارة المحـيطة (*) والضـغـط الجـوى (**) المشـبع بالبخار(***)، وهذا الرمز يعطى وصفًا للظروف التى يتم فيـها قياس حجم غازات التنفس من حيث إن معظم قياسات الأحجام تتم باستخـدام جهاز سبيروميتر مائى Wet Spirometer فإن درجة الحرارة المحيـطة بحجم الغاز فى هذه الحالة هى نفس درجة حرارة الغاز داخل الأسـبيروميتر، كمـا أن الضغط فى هذه الحالة يرجع إلى الضـغط الجوى وقت الـقيـاس. كـما أن الغـاز الذى يتـجمع فـوق مـاء جهـاز الأسبيروميتر يكون مشبعًا ببخار الماء.

يرمز لهذه العوامل المخـتلفة بالرمز ATPS، وهى تختلـف من وقت لآخر ومن مكان لآخـر. وكـذلك يصعب إجـراء المقـارنات بين أحـجام الغـازات دون

(*) درجة الحرارة المحيطة Ambient Temperature (AT).

(**) الضغط الجوى Pressure (P).

(***) المشبع بالبخار Suturated Water Vapor (S).



تصحيح لأرقام القياسات بالرجوع إلى درجة الحرارة والضغط المرجعى Reference Temperature and Pressure قبل إجراء أية مقارنات.

★ حالة STPD :

يقصد بالحروف STPD درجة الحرارة والضغط الجوى المعيارى الجاف [1] ودرجة الحرارة المعيارية وهى درجة صفر سنتجراد والضغط الجوى المعيارى ٧٦٠ مم/ زئبق، ويقصد بكلمة «الجاف» الحجم الذى تشغله جزيئات الغاز فيما عدا بخار الماء. ولذلك فإن حجم الغاز فى ظروف STPD هو نفس مقدار جزيئات الغاز.

لذلك . . ، عند عملية تصحيح أحجام الغازات من ATPS (الظروف المحيطة بالقياس) إلى STPD (الظروف المعيارية) فهناك حاجة إلى معرفة كمية أو عدد جزيئات الغاز. وعادة ما يلاحظ خلال عملية التصحيح أو التحويل انخفاض الحجم . . . ، ويرجع ذلك إلى عدة أسباب منها :

١ ـ أن درجة حرارة الأسبيروميتر دائمًا أعلى من صفر سنتجراد، وعادة ما تكون فى مدى يتراوح ما بين ٢٠ ـ ٢٥ درجة سنتجراد.

٢ ـ معظم مقاييس الضغط الجوى للدول تقل عن ٧٦٠ مم/ زئبق.

٣ ـ الغاز فى حالة جافة Dry «خال من البخار».

★ حالة BTPS :

ترمز الحروف BTPS إلى درجة حرارة الجسم [2] والضغط [3] المشبع ببخار الماء [4] وهى الحالة الثانية لتصحيح حجم الغاز، وعادة ما تكون درجة حرارة الجسم ٣٧ درجة سنتجراد، وضغط الجسم هو نفسه ضغط البيئة المحيطة. وعند تصحيح حجم غازات التنفس من حالة ATPS أو حالة STPD إلى حالة BTPS

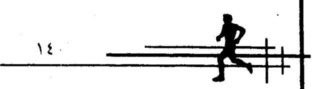
---

(1) Standard Temperature and Pressure, Dry (STPD).

(2) Body Temperature (BT).

(3) Pressure (P).

(4) Saturated water vapor (S).



عند تحديد حجم الهواء أثناء التهوية الرئوية بصرف النظر عن عدد جزيئات الغاز، إذ عندما تكون درجة حرارة الغرفة ٢٢ سنتجراد فإن حجم هذا الهواء فى الشهيق يتحدد فى ضوء عدة عوامل تشمل :

١ ـ زيادة درجة الحرارة من ٢٢ سنتجراد بالغرفة إلى ٣٧ سنتجراد بالجسم.

٢ ـ زيادة جزيئات بخار الماء لزيادة درجة الحرارة.

ويعتبر التحويل لتصحيح أحجام الغازات إلى حالة BTPS عاملا مهمًا بالنسبة لتحويل غازات التنفس المرتبطة بقياسات الأحجام مثل السعة الحيوية، وحجم هواء التنفس، والتهوية الرئوية فى الدقيقة، وأقصى سعة تنفسية.

*** أساليب تصحيح أحجام الغازات :**

يتم تصحيح أحجام الغازات أو التحويل من حالة إلى أخرى باستخدام معادلات رياضية معقدة، غير أننا نكتفى هنا بعرض طريقة سهلة تعتمد على استخدام جداول خاصة جدول رقم (٣١)، جدول رقم (٣٢). وفى حالة الرغبة فى تحويل حجم الغاز من ATPS يستخدم الجدول رقم (٣١)، وفى حالة الرغبة فى تحويل المستوى الخاص بحجم الغاز بالجسم BTPS إلى المستوى المعيارى للمقارنة STPD يستخدم (الجدول رقم ٣٢).

١ ـ التحويل من ATPS إلى BTPS :

إذا ما كانت ظروف البيئة المحيطة أثناء القياس تتمثل فى (مثال) :

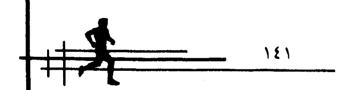
ـ درجة حرارة : ٢١ درجة سنتجراد.

ـ الضغط الجوى : ٧٥٠ مم/ زئبق.

ـ حجم الغاز المقاس : ١,٣٣٢ لترًا.

أى حجم الغاز فى هذا المثال تكون ATPS، وللتصحيح يتم تحويل هذا الحجم إلى الحجم فى ظروف الجسم BTPS .

باستخدام الجدول رقم (٣١) (عن : MacDougall and Others, 1991) يتم تسجيل القراءة التى تلتقى بالجدول فى خانة التقاء الضغط ٧٥٠، ودرجة



الحرارة ٢١، فيكون العامل الذى يستخدم للتصحيح هو الرقم ١,٠٩٧١. ويتم ضرب هذا العامل فى حجم الغاز الذى تم قياسه فيكون الناتج هو حجم الغاز الخاص بالجسم BTPS كما يلى :

١,٠٩٧١ × ATPS = BTPS

= ١,٠٩٧١ × ١,٣٣٢

= ١,٤٦١٣ لترا.

ويلاحظ هنا ـ كما سبق ذكره ـ أن حجم الغاز يزيد نتيجة للتصحيح، ويرجع ذلك إلى وجود بخار الماء وزيادة درجة حرارة الجسم.

٢ ـ التحويل من BTPS إلى STPD :

عند الرغبة فى التحويل من BTPS (طرق القياس للجسم) إلى STPD (ظروف القياس المعيارية) بغرض المقارنة يستخدم الجدول رقم (٣٢) (عن : Mac Dougall and Others, 1991). وباستخدام نفس بيانات المثال السابق الذى نتج عنه أن :

- BTPS = ١,٤٦١٣٠ لترا.

- الضغط أثناء القياس = ٧٥٠ مم/زئبق.

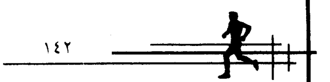
يتم التحويل باستخدام الجدول رقم (٣٢) لتحديد المعامل الذى يقابل الضغط ٧٥٠ مم/ زئبق فيكون هو الرقم ٠,٨١٤٤. وبناء على ذلك تطبق المعادلة التالية :

STPD = BTPS × المعامل من (الجدول رقم [٣٢]).

= ٠,٨١٤٤ × ١,٤٦١٣

= ١,١٩٠٠٨ لترا.

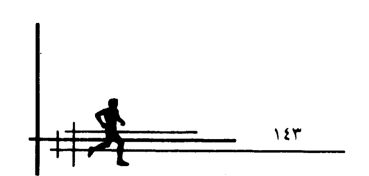
ويلاحظ هنا أن BTPS عندما تم تحويله إلى STPD انخفض حجم الغاز، وذلك يرجع ـ كما سبق ذكره ـ إلى أن درجة الحرارة المعيارية هى صفر، بالإضافة إلى خلو الغاز من التشبع ببخار الماء.



جدول رقم (٣١)

عوامل تحويل أحجام الغازات من ATPS إلى BTPS

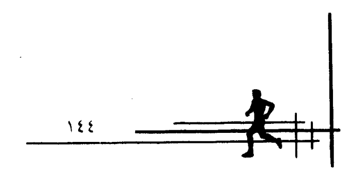
درجة الحرارة (سنتجراد)	ضغط الدم مم/زئبق					
	٧٣٠	٧٤٠	٧٥٠	٧٦٠	٧٧٠	٧٨٠
١٩,٩	١,١٠٩٣	١,١٠٨٦	١,١٠٨٠	١,١٠٧٣	١,١٠٦٧	١,١٠٦١
١٩,٥	١,١٠٦٦	١,١٠٥٩	١,١٠٥٣	١,١٠٤٦	١,١٠٤٠	١,١٠٣٤
٢٠,٠	١,١٠٣٩	١,١٠٣٢	١,٠٢٦	١,١٠١٩	١,١٠١٤	١,١٠٠٨
٢٠,٥	١,١٠١١	١,١٠٠٥	١,٠٩٩٨	١,٠٩٩٢	١,٠٩٨٧	١,٠٩٨١
٢١,٠	١,٠٩٨٤	١,٠٩٧٨	١,٠٩٧١	١,٠٩٦٥	١,٠٩٦٠	١,٠٩٥٤
٢١,٥	١,٠٩٥٦	١,٠٩٥٠	١,٠٩٤٤	١,٠٩٣٨	١,٠٩٣٢	١,٠٩٢٧
٢٢,٠	١,٠٩٢٩	١,٠٩٢٣	١,٠٩١٧	١,٠٩١١	١,٠٩٠٥	١,٠٩٠٠
٢٢,٥	١,٠٩٠٠	١,٠٨٩٥	١,٠٨٨٩	١,٠٨٨٣	١,٠٨٧٧	١,٠٨٧٢
٢٣,٠		١,٠٨٦٧	١,٠٨٦١	١,٠٨٥٦	١,٠٨٥٠	١,٠٨٤٥
٢٣,٥	١,٠٨٧٢	١,٠٨٣٨	١,٠٨٣٣	١,٠٨٢٨	١,٠٨٢٢	١,٠٨١٧
٢٤,٠	١,٠٨٤٤	١,٠٨١٠	١,٠٨٠٥	١,٠٨٠٠	١,٠٧٩٥	١,٠٧٩٠
٢٤,٥	١,٠٨١٦	١,٠٧٨١	١,٠٧٧٦	١,٠٧٧٢	١,٠٧٦٧	١,٠٧٦٢
٢٥,٠	١,٠٧٨٧	١,٠٧٥٣	١,٠٧٤٨	١,٠٧٤٤	١,٠٧٣٩	١,٠٧٣٤



جدول رقم (٣٢)

عوامل تحويل أحجام الغازات من BTPS إلى STPD

الضغط	عامل التحويل	الضغط	عامل التحويل	الضغط	عامل التحويل
٧٢٠	٠,٧٧٩٦	٧٣٧	٠,٧٩٩٣	٧٥٤	٠,٨١٨٩
٧٢١	٠,٧٨٠٨	٧٣٨	٠,٨٠٠٥	٧٥٥	٠,٨٢٠١
٧٢٢	٠,٧٨٢٠	٧٣٩	٠,٨٠١٧	٧٥٦	٠,٨٢١٢
٧٢٣	٠,٧٨٣١	٧٤٠	٠,٨٠٢٨	٧٥٧	,٨٢٢٤
٧٢٤	٠,٧٨٤٣	٧٤١	٠,٨٠٤٠	٧٥٨	٠,٨٢٣٥
٧٢٥	٠,٧٨٥٤	٧٤٢	٠,٨٠٥١	٧٥٩	,٨٢٤٧
٧٢٦	٠,٧٨٦٦	٧٤٣	٠,٨٠٦٣	٧٦٠	٠,٨٢٢٨
٧٢٧	٠,٧٨٧٨	٧٤٤	٠,٨٠٧٥	٧٦١	٠,٨٢٧٠
٧٢٨	٠,٧٨٨٩	٧٤٥	٠,٨٠٨٦	٧٦٢	٠,٨٢٨١
٧٢٩	٠,٧٩٠١	٧٤٦	٠,٨٠٩٨	٧٦٣	٠,٨٢٩٣
٧٣٠	٠,٧٩١٢	٧٤٧	٠,٨١٠٩	٧٦٤	٠,٨٣٠٤
٧٣١	٠,٧٩٢٤	٧٤٨	٠,٨١٢١	٧٦٥	٠,٨٣١٦
٧٣٢	٠,٧٩٣٦	٧٤٩	٠,٨١٣٢	٧٦٦	٠,٨٣٢٧
٧٣٣	٠,٧٩٤٧	٧٥٠	,٨١٤٤	٧٦٧	٠,٨٣٣٩
٧٣٤	٠,٧٩٥٩	٧٥١	٠,٨١٥٥	٧٦٨	٠,٨٣٥٠
٧٣٥	٠,٧٩٧٠	٧٥٢	٠,٨١٦٦	٧٦٩	٠,٨٣٦٢
٧٣٦	٠,٧٩٨٢	٧٥٣	٠,٨١٧٨	٧٧٠	٠,٨٣٧٣



تحديد التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى

لتحديد التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى تستخدم المعادلة التالية :

التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى = أ + ب (الناتج بالسعرات الحرارية).

حيث أ = السعرات الحرارية المرتبطة بوزن الجسم . . . ، من الجدول رقم (٣٣).

ب = السعرات الحرارية المرتبطة بالطول والعمر . . ، من الجدول رقم (٣٤).

وبناء عليه . . . ، لاستخراج السعة الحيوية الفرضية تستخدم المعادلة التالية :

*** للرجال :**

السعة الحيوية الفرضية = التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى × ٢,٦ .

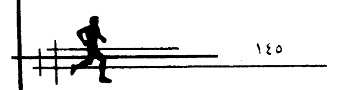
*** للسيدات :**

السعة الحيوية الفرضية = التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى × ٢,٣ .

مثال :

ناشئ (ذكر) :

- العمر = ٢١ سنة.
- الطول = ١٧٢ سم.
- الوزن = ٦٨ كجم.
- السعة الحيوية الحقيقية = ٤٨٠٠ سعر حرارى.
- السعرات الحرارية المقابلة للوزن من الجدول رقم (٣٣) = ١٠٠٢ سعر حرارى.
- السعرات الحرارية المقابلة للعمر (٢١ سنة) والطول (١٧١ سم) من الجدول رقم (٣٤) = ٧١٤ سعر حرارى.



وبتطبيق معادلة التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى = أ + ب.

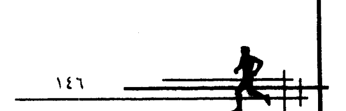
= ١٠٠٢ + ٧١٤ = ١٧١٦ سعر حرارى.

ويتطبيق المعادلة لاستخراج السعة الحيوية الفرضية للرجال :

= التمثيل الغذائى القاعدى الفرضى × ٢,٦

= ١٧١٦ × ٢,٦ = ٤٤٦٢ ملّيلتر.

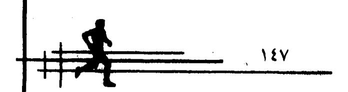
النسبة المئوية للسعة الحيوية الحقيقية = (٤٨٠٠ ملّيلتر × ١٠٠) / ٤٤٦٢ = ١٠٧,٥



جدول رقم (٣٣)

تحديد التمثيل الغذائى القاعدى للإنسان ـ هاريس

عامل الوزن ـ رجال							
الوزن (كجم)	السعر الحرارى	الوزن (كجم)	السعر الحرارى	الوزن (كجم)	السعر الحرارى	الوزن (كجم)	السعر الحرارى
٤٥	٦٨٥	٦٥	٩٦٠	٨٥	١٢٣٥	١٠٥	١٥١٠
٤٦	٦٩٩	٦٦	٩٧٤	٨٦	١٢٤٩	١٠٦	١٥٢٤
٤٧	٧١٣	٦٧	٩٨٨	٨٧	١٢٦٣	١٠٧	١٥٣٨
٤٨	٧٢٧	٦٨	١٠٠٢	٨٨	١٢٧٧	١٠٨	١٥٥٢
٤٩	٧٤٠	٦٩	١٠١٥	٨٩	١٢٩٠	١٠٩	١٥٦٥
٥٠	٧٥٤	٧٠	١٠٢٩	٩٠	١٣٠٤	١١٠	١٥٧٩
٥١	٧٦٨	٧١	١٠٤٣	٩١	١٣١٨	١١١	١٥٩٣
٥٢	٧٨٢	٧٢	١٠٥٧	٩٢	١٣٣٢	١١٢	١٦٠٧
٥٣	٧٩٥	٧٣	١٠٧٠	٩٣	١٣٤٥	١١٣	١٦٢٠
٥٤	٨٠٩	٧٤	١٠٨٤	٩٤	١٣٥٩	١١٤	١٦٣٤
٥٥	٨٢٣	٧٥	١٠٩٨	٩٥	١٣٧٣	١١٥	١٦٤٨
٥٦	٨٣٧	٧٦	١١١٢	٩٦	١٣٨٧	١١٦	١٦٦٢
٥٧	٨٥٠	٧٧	١١٢٥	٩٧	١٤٠٠	١١٧	١٦٧٥
٥٨	٨٦٤	٧٨	١١٣٩	٩٨	١٤١٤	١١٨	١٦٨٨
٥٩	٨٧٨	٧٩	١١٥٣	٩٩	١٤٢٨	١١٩	١٧٠٣
٦٠	٨٩٢	٨٠	١١٦٧	١٠٠	١٤٤٢	١٢٠	١٧١٧
٦١	٩٠٥	٨١	١١٨٠	١٠١	١٤٥٥	١٢١	١٧٣٠
٦٢	٩١٨	٨٢	١١٩٤	١٠٢	١٤٦٩	١٢٢	١٧٤٤
٦٣	٩٣٣	٨٣	١٢٠٨	١٠٣	١٤٨٣	١٢٣	١٧٥٨
٦٤	٩٤٧	٨٤	١٢٢٢	١٠٤	١٤٩٧	١٢٤	١٧٧٢



تابع جدول رقم (٣٣)

تحديد التمثيل الغذائى القاعدى للإنسان ـ هاريس

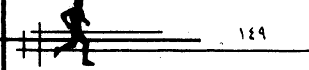
عامل الوزن ـ سيدات							
الوزن (كجم)	السعر الحرارى	الوزن (كجم)	السعر الحرارى	الوزن (كجم)	السعر الحرارى	الوزن (كجم)	السعر الحرارى
٤٥	١٠٨٥	٦٥	١٢٧٧	٨٥	١٤٦٨	١٠٥	١٦٥٩
٤٦	١٠٩٥	٦٦	١٢٨٦	٨٦	١٤٧٨	١٠٦	١٦٦٩
٤٧	١١٠٥	٦٧	١٢٩٦	٨٧	١٤٨٧	١٠٧	١٦٧٨
٤٨	١١١٤	٦٨	١٣٠٥	٨٨	١٤٩٧	١٠٨	١٦٨٨
٤٩	١١٢٤	٦٩	١٣١٥	٨٩	١٥٠٦	١٠٩	١٦٩٨
٥٠	١١٣٣	٧٠	١٣٢٥	٩٠	١٥١٦	١١٠	١٧٠٧
٥١	١١٤٣	٧١	١٣٣٤	٩١	١٥٢٥	١١١	١٧١٧
٥٢	١١٥٢	٧٢	١٣٤٤	٩٢	١٥٣٥	١١٢	١٧٢٦
٥٣	١١٦٢	٧٣	١٣٥٣	٩٣	١٥٤٤	١١٣	١٧٣٦
٥٤	١١٧٢	٧٤	١٣٦٣	٩٤	١٥٥٤	١١٤	١٧٤٥
٥٥	١١٨١	٧٥	١٣٧٢	٩٥	١٥٦٤	١١٥	١٧٥٥
٥٦	١١٩١	٧٦	١٣٨٢	٩٦	١٥٧٣	١١٦	١٧٦٤
٥٧	١٢٠٠	٧٧	١٣٩١	٩٧	١٥٨٣	١١٧	١٧٧٤
٥٨	١٢١٠	٧٨	١٤٠١	٩٨	١٥٩٢	١١٨	١٧٨٤
٥٩	١٢١٩	٧٩	١٤١١	٩٩	١٦٠٢	١١٩	١٧٩٣
٦٠	١٢٢٩	٨٠	١٤٢٠	١٠٠	١٦١١	١٢٠	١٨٠٣
٦١	١٢٣٨	٨١	١٤٣٠	١٠١	١٦٢١	١٢١	١٨١٢
٦٢	١٢٤٨	٨٢	١٤٣٩	١٠٢	١٦٣١	١٢٢	١٨٢٢
٦٣	١٢٥٨	٨٣	١٤٤٩	١٠٣	١٦٤٠	١٢٣	١٨٣١
٦٤	١٢٦٧	٨٤	١٤٥٨	١٠٤	١٦٥٠	١٢٤	١٨٤١

جدول رقم (٣٤)

عامل العمر والطول للرجال والسيدات والأطفال والشباب

١ ـ عامل العمر والطول للرجال

الطول	العمر (سنة) ـ رجال												
(سم)	٢١	٢٣	٢٥	٢٧	٢٩	٣١	٣٣	٣٥	٣٧	٣٩	٤١	٤٣	٤٥
١٥٧	٦٤٤	٦٣١	٦١٧	٦٠٤	٥٩٠	٥٧٧	٥٦٣	٥٥٠	٥٣٦	٥٢٣	٥٠٩	٤٩٦	٤٨٢
١٥٩	٦٥٤	٦٤١	٦٢٧	٦١٤	٦٠٠	٥٨٧	٥٧٣	٥٦٠	٥٤٦	٥٣٣	٥١٩	٥٠٦	٤٩٢
١٦١	٦٦٤	٦٥١	٦٣٧	٦٢٤	٦١٠	٥٩٧	٥٨٣	٥٧٠	٥٥٦	٥٤٣	٥٢٩	٥١٦	٥٠٢
١٦٣	٦٧٤	٦٦١	٦٤٧	٦٣٤	٦٢٠	٦٠٧	٥٩٣	٥٨٠	٥٦٦	٥٥٣	٥٣٩	٥٢٦	٥١٢
١٦٥	٦٨٤	٦٧١	٦٥٧	٦٤٤	٦٣٠	٦١٧	٦٠٣	٥٩٠	٥٧٦	٥٦٣	٥٤٩	٥٣٦	٥٢٢
١٦٧	٦٩٤	٦٨١	٦٦٧	٦٥٤	٦٤٠	٦٢٧	٦١٣	٦٠٠	٥٨٦	٥٧٣	٥٥٩	٥٤٦	٥٣٢
١٦٩	٧٠٤	٦٩١	٦٧٧	٦٦٤	٦٥٠	٦٣٧	٦٢٣	٦١٠	٥٩٦	٥٨٣	٥٦٩	٥٥٦	٥٤٢
١٧١	٧١٤	٧٠١	٦٨٧	٦٧٤	٦٦٠	٦٤٧	٦٣٣	٦٢٠	٦٠٦	٥٩٣	٥٧٩	٥٦٦	٥٥٢
١٧٣	٧٢٤	٧١١	٦٩٧	٦٨١	٦٧٠	٦٥٧	٦٤٣	٦٣٠	٦١٦	٦٠٣	٥٨٩	٥٧٦	٥٦٢
١٧٥	٧٣٤	٧٢١	٧٠٧	٦٩١	٦٨٠	٦٦٧	٦٥٣	٦٤٠	٦٢٦	٦١٣	٥٩٩	٥٨٦	٥٧٢
١٧٧	٧٤٤	٧٣١	٧١٧	٧٠٤	٦٩٠	٦٧٧	٦٦٣	٦٥٠	٦٣٦	٦٢٣	٦٠٩	٥٩٦	٥٨٢
١٧٩	٧٥٤	٧٤١	٧٢٧	٧١٤	٧٠٠	٦٨٧	٦٧٣	٦٦٠	٦٤٦	٦٣٣	٦١٩	٦٠٦	٥٩٢
١٨١	٧٦٤	٧٥١	٧٣٧	٧٢٤	٧١٠	٦٩٧	٦٨٣	٦٧٠	٦٥٦	٦٤٣	٦٢٩	٦١٦	٦٠٢
١٨٣	٧٧٤	٧٦١	٧٤٧	٧٣٤	٧٢٠	٧٠٧	٦٩٣	٦٨٠	٦٦٦	٦٥٣	٦٣٩	٦٢٦	٦١٢
١٨٥	٧٨٤	٧٧١	٧٥٧	٧٤٤	٧٣٠	٧١٧	٧٠٣	٦٩٠	٦٧٦	٦٦٣	٦٤٩	٦٣٦	٦٢٢
١٨٧	٧٩٤	٧٨١	٧٦٧	٧٥٤	٧٤٠	٧٢٧	٧١٣	٧٠٠	٦٨٦	٦٧٣	٦٥٩	٦٤٦	٦٣٢
١٨٩	٨٠٤	٧٩١	٧٧٧	٧٦٤	٧٥٠	٧٣٧	٧٢٣	٧١٠	٦٩٦	٦٨٣	٦٦٩	٦٥٦	٦٤٢
١٩١	٨١٤	٨٠١	٧٨٧	٧٧٤	٧٦٠	٧٤٧	٧٣٣	٧٢٠	٧٠٦	٦٩٣	٦٧٩	٦٦٦	٦٥٢
١٩٣	٨٢٤	٨١١	٧٩٧	٧٨٤	٧٧٠	٧٥٨	٧٤٣	٧٣٠	٧١٦	٧٠٣	٦٨٩	٦٧٦	٦٦٢
١٩٥	٨٣٤	٨٢١	٨٠٧	٧٩٤	٧٨٠	٧٦٨	٧٥٣	٧٤٠	٧٢٦	٧١٣	٦٩٩	٦٨٦	٦٧٢
١٩٧	٨٤٤	٨٣١	٨١٧	٨٠٤	٧٩٠	٧٧٨	٧٦٣	٧٥٠	٧٣٦	٧٢٣	٧٠٩	٦٩٦	٦٨٢
١٩٩	٨٥٤	٨٤١	٨٢٧	٨١٤	٨٠٠	٧٨٨	٧٧٣	٧٦٠	٧٤٦	٧٣٣	٧١٩	٧٠٦	٦٩٢

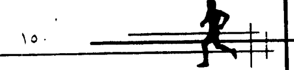


تابع جدول رقم (٣٤)

عامل العمر والطول للرجال والسيدات والأطفال والشباب

٢ ـ عامل العمر والطول للسيدات

الطول	العمر (سنة) ـ سيدات												
(سم)	٢١	٢٣	٢٥	٢٧	٢٩	٣١	٣٣	٣٥	٣٧	٣٩	٤١	٤٣	٤٥
١٥٧	١٩٣	١٨٣	١٧٤	١٦٥	١٥٥	١٥٤	١٣٦	١٢٨	١١٨	١٠٨	٩٩	٩٠	٨٠
١٥٩	١٩٦	١٨٧	١٧٧	١٦٧	١٥٨	١٤٥	١٤٠	١٣٠	١٢١	١١١	١٠٢	٩٢	٨٤
١٦١	٢٠٠	١٩١	١٨١	١٧١	١٦٢	١٥٢	١٤٤	١٣٤	١٢٥	١١٥	١٠٦	٩٧	٨٨
١٦٣	٢٠٣	١٩٥	١٨٥	١٧٥	١٦٦	١٥٦	١٤٧	١٣٧	١٢٨	١١٩	١١٠	١٠٠	٩١
١٦٥	٢٠٧	١٩٩	١٨٩	١٨٠	١٧٠	١٦٠	١٥١	١٤١	١٣٢	١٢٣	١١٤	١٠٤	٩٥
١٦٧	٢١١	٢٠٣	١٩٢	١٨٣	١٧٣	١٦٤	١٥٥	١٤٥	١٣٦	١٢٦	١١٧	١٠٧	٩٨
١٦٩	٢١٥	٢٠٦	١٩٦	١٨٦	١٧٧	١٦٧	١٥٩	١٤٩	١٤٠	١٣٠	١٢١	١١١	١٠٢
١٧١	٢١٨	٢١٠	١٩٩	١٩٠	١٨١	١٧١	١٦٢	١٥٢	١٤٣	١٣٤	١٢٥	١١٥	١٠٦
١٧٣	٢٢٢	٢١٣	٢٠٣	١٩٤	١٨٥	١٧٦	١٦٦	١٥٦	١٤٧	١٣٨	١٢٩	١١٩	١١٠
١٧٥	٢٢٥	٢١٧	٢٠٧	١٩٧	١٨٨	١٧٩	١٦٩	١٦٠	١٥١	١٤١	١٣٢	١٢٣	١١٣
١٧٧	٢٢٩	٢٢١	٢١١	٢٠١	١٩٢	١٨٢	١٧٣	١٦٤	١٥٥	١٤٥	١٣٦	١٢٦	١١٧
١٧٩	٢٣٣	٢٢٣	٢١٤	٢٠٤	١٩٥	١٨٦	١٧٧	١٦٧	١٥٨	١٤٨	١٣٩	١٣٠	١٢١
١٨١	٢٣٧	٢٢٧	٢١٨	٢٠٨	١٩٩	١٩٠	١٨١	١٧١	١٦٢	١٥٢	١٤٢	١٣٤	١٢٦
١٨٣	٢٤٠	٢٣١	٢٢٢	٢١٢	٢٠٣	١٩٣	١٨٤	١٧٤	١٦٥	١٥٦	١٤٧	١٣٧	١٢٨
١٨٥	٢٤٤	٢٣٥	٢٣٦	٢١٦	٢٠٧	١٩٧	١٨٨	١٧٩	١٦٩	١٦٠	١٥١	١٤١	١٣٢
١٨٧	٢٤٨	٢٣٨	٢٢٩	٢١٩	٢١٠	٢٠١	١٩٢	١٨٢	١٧٣	١٦٣	١٥٤	١٤٥	١٣٥
١٨٩	٢٥٢	٢٤٢	٢٣٣	٢٢٣	٢١٤	٢٠٥	١٩٦	١٨٦	١٧٧	١٦٧	١٥٧	١٤٨	١٣٩
١٩١	٢٥٥	٢٤٥	٢٣٦	٢٢٧	٢١٨	٢٠٨	١٩٩	١٩٠	١٨٠	١٧١	١٦٢	١٥٢	١٤٣
١٩٣	٢٥٩	٢٥٠	٢٤٠	٢٣١	٢٢٢	٢١٢	٢٠٣	١٩٣	١٨١	١٧٥	١٦٦	١٥٦	١٤٧
١٩٥	٢٦٢	٢٥٣	٢٤٤	٢٣٤	٢٢٥	٢١٥	٢٠٦	١٩٧	١٨٨	١٧٨	١٦٩	١٦٠	١٥٠
١٩٧	٢٦٦	٢٥٧	٢٤٨	٢٣٨	٢٢٩	٢١٩	٢١٠	٢٠١	١٩٢	١٨٢	١٧٣	١٦٣	١٥٤
١٩٩	٢٧٠	٢٦٠	٢٥١	٢٤١	٢٣٢	٢٢٣	٢١٤	٢٠٤	١٩٥	١٨٥	١٧٥	١٦٧	١٥٨



تابع جدول رقم (٣٤)

عامل العمر والطول للرجال والسيدات والأطفال والشباب

٣ ـ عامل العمر والطول للأطفال والشباب

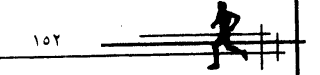
الطول	العمر (سنة) ـ الأطفال والشباب										
(سم)	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠
٧٦	٥٥	٣٠									
٨٠	٩٥	٧٠	٥٠								
٨٤	١٣٥	١١٠	٨٥	٦٠							
٨٨	١٨٠	١٦٠	١٣٠	١٠٠							
٩٢	٢٣٥	٢٢٥	١٨٠	١٤٠	١٢٠	١٠٠					
٩٦	٢٩٠	٢٨٠	٢٣٠	١٨٠	١٦٠	١٤٠	١٢٦	١١٣			
١٠٠	٣٤٠	٣٣٠	٢٨٠	٢٣٠	٢٠٥	١٨٠	١٦٦	١٥٣	١٤٠	١٢٨	
١٠٤	٣٩٥	٣٩٠	٣٣٠	٢٨٠	٢٥٠	٢٢٠	٢١٠	١٩٣	١٨٠	١٦٨	١٥٥
١٠٨	٤٥٠	٤٥٠	٣٩٠	٣٣٠	٣٠٠	٢٦٠	٢٤٥	٢٣٣	٢٢١	٢٠٨	١٩٦
١١٢	٥٠٠	٥٠٠	٤٤٠	٣٨٠	٣٤٠	٣٠٠	٢٨٧	٢٧٣	٢٦١	٢٤٨	٢٣٥
١١٦	٥٥٠	٥٥٠	٤٩٠	٤٣٠	٣٨٥	٣٤٠	٣٢٧	٣١٣	٣٠٠	٢٨٨	٢٧٦
١٢٠	٦٠٠	٦٠٠	٥٤٠	٤٨٠	٤٣٠	٣٨٠	٣٦٨	٣٥٣	٣٤١	٣٢٨	٣١٦
١٢٤	٦٤٥	٦٥٠	٥٩٠	٥٣٠	٤٧٠	٤٢٠	٤١٧	٣٩٣	٣٨١	٣٦٨	٣٥٦
١٢٨	٦٩٥	٧٠٠	٦٤٠	٥٨٠	٥٢٠	٤٦٠	٤٤٨	٤٣٣	٤٢١	٤٠٨	٣٩٥
١٣٢	٧٤٥	٧٥٠	٦٩٠	٦٣٠	٥٧٠	٥٠٠	٤٨٦	٤٧٣	٤٦٠	٤٤٨	٤٣٦
١٣٦	٧٩٠	٨٠٠	٧٤٠	٦٨٠	٦٢٠	٥٤٠	٥٢٦	٥١٣	٥٠٠	٤٨٨	٤٧٦
١٤٠	٨٣٥	٨٤٠	٧٨٠	٧٢٠	٦٥٠	٥٨٠	٥٦٥	٥٥٣	٥٤٠	٥٢٨	٥١٦
١٤٤	٨٨٥	٨٩٠	٨٢٥	٧٦٠	٦٩٠	٦٢٠	٦٠٧	٥٩٣	٥٨٠	٥٦٨	٥٥٥
١٤٨	٩٣٥	٩٥٠	٨٨٥	٨٢٠	٧٤٠	٦٦٠	٦٤٧	٦٣٣	٦٢١	٦٠٨	٥٩٥
١٥٢	٩٧٥	٩٩٠	٩٢٥	٨٦٠	٧٨٠	٧٠٠	٦٨٥	٦٧٣	٦٦٠	٦٤٨	٦٣٥
١٥٦	١٠٢٠	١٠٣٠	٩٦٠	٨٩٠	٨١٥	٧٤٠	٧٢٥	٧١٣	٦٩٨	٦٧٨	٦٦١
١٦٠	١٠٤٠	١٠٦٠	٩٩٠	٩٢٠	٨٥٠	٧٨٠	٧٦١	٧٤٣	٧٢٦	٧٠٨	٦٩٠
١٦٤	١٠٨٠	١١٠٠	١٠٤٠	٩٦٠	٨٨٥	٨١٠	٧٩١	٧٧٣	٧٥٥	٧٣٨	٧٢١
١٦٨	١١٢٠	١١٤٠	١٠٧٠	١٠٠٠	٩٢٠	٨٤٠	٨٢٠	٨٠٣	٧٨٥	٧٦٨	٧٤٥
١٧٢	١١٨٠	١١٩٠	١١١٠	١٠٢٠	٩٤٠	٨٦٠	٨٤٠	٨٢٣	٨٠٦	٧٨٨	٧٦٠
١٧٦		١٢٣٠	١١٤٠	١٠٤٠	٩٦٠	٨٨٠	٨٦٠	٨٤٣	٨٢٥	٨٠٨	٧٨٠
١٨٠			١١٧٠	١٠٦٠	٩٨٠	٩٠٠	٨٨٠	٨٦٣	٨٤٥	٨٢٨	٨٠٠
١٨٤					١٠٠٠	٩٢٠	٩٠٣	٨٨٣	٨٦٥	٨٤٨	٨١٥
١٨٨						٩٤٠	٩٢٠	٩٠٣	٨٨٥	٨٦٨	٨٤٠
١٩٢								٩٢٣	٩٠٦	٨٨٨	٨٥٠
١٩٦										٩٠٨	٨٦٠
٢٠٠											٨٧٠

تابع جدول رقم (٣٤)

عامل العمر والطول للرجال والسيدات والأطفال والشباب

٣ ـ عامل العمر والطول للبنات

الطول (سم)	العمر (سنة) ـ البنات									
	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩
٦٨	ـ ٩٥									
٧٢	ـ ٨٤	ـ ٨٩								
٧٦	ـ ٦٨	ـ ٧٣	ـ ٧٥							
٨٠	ـ ٥٢	ـ ٥٧	ـ ٦٠	ـ ٦٦						
٨٤	ـ ٣١	ـ ٣١	ـ ٤١	ـ ٥٠	ـ ٥٥					
٨٨	ـ ٩	ـ ٥	ـ ١٧	ـ ٣٤	ـ ٣٩	ـ ٤٣				
٩٢	٩	١٩	صفر	ـ ١٤	ـ ٢٢	ـ ٢٧	ـ ٣٢			
٩٦	٢٢	٢٧	١٣	ـ ٢	ـ ٥	ـ ١١	ـ ١٧	ـ ٢١		
١٠٠	٣٨	٤٣	٣١	١٤	١٠	٥	صفر	ـ ٥	ـ ١٠	ـ ١٤
١٠٤	٥٨	٦٢	٤٥	٣٠	٢٥	٢١	١٦	١١	٦	٢
١٠٨	٨٠	٨٥	٦٥	٥٦	٤٧	٣٧	٣٢	٢٧	٢٣	١٨
١١٢	٩٦	١٠١	٨٧	٧٢	٦٢	٥٣	٤٨	٤٣	٣٨	٣٤
١١٦	١١٢	١١٧	١٠٧	٩٨	٨٤	٦٩	٦٤	٥٩	٥٤	٥٠
١٢٠	١٣٣	١٤٣	١٢٩	١١٤	٩٧	٨٠	٧٧	٧٥	٧١	٦٦
١٢٤	١٤٨	١٥٩	١٤٥	١٣٠	١١٥	١٠١	١٠١	١٠١	٩١	٨٢
١٢٨	١٦٧	١٧٥	١٦١	١٤٦	١٣٢	١١٧	١١٢	١٠٧	١٠٣	٩٨
١٣٢	١٨٦	١٩١	١٧٧	١٦٢	١٤٨	١٣٣	١٢٨	١٢٣	١١٩	١١٤
١٣٦	٢٠٢	٢٠٧	١٩٢	١٧٨	١٥٩	١٤٠	١٤٠	١٣٩	١٣٤	١٣٠
١٤٠	٢١٩	٢٢٨	٢١١	١٩٤	١٨٠	١٦٥	١٦٠	١٥٥	١٥٠	١٤٦
١٤٤	٢٤٤	٢٤١	٢٣٠	٢١٠	١٩٥	١٨١	١٧٦	١٧١	١٦٧	١٦٢
١٤٨	٢٦٦	٢٦٥	٢٥٠	٢٣٦	٢٢٠	١٩٧	١٩٢	١٨٧	١٨٢	١٧٨
١٥٢	٢٧٧	٢٨١	٢٦٧	٢٥٢	٢٣٢	٢١٢	٢٠٦	٢٠١	١٩٧	١٩٢
١٥٦	٢٩٢	٢٩٧	٢٧٩	٢٦٠	٢٤٣	٢٢٧	٢٢١	٢١٥	٢١٠	٢٠٦
١٦٠	٢٩٨	٣٠٣	٢٨٩	٢٧٤	٢٥٨	٢٤٢	٢٣٥	٢٢٩	٢٢٤	٢٢٠
١٦٤	٣١١	٣١٣	٣٠١	٢٩٠	٢٧٤	٢٥٧	٢٥٠	٢٤٣	٢٣٩	٢٣٤
١٦٨	٣٣٥	٣٢٥	٣١٥	٣٠٦	٢٨٨	٢٧١	٢٦٣	٢٥٥	٢٥٠	٢٤٦
١٧٢		٣٣١	٣٢٤	٣١٨	٣٠١	٢٨٥	٢٧٦	٢٦٧	٢٦٣	٢٥٨
١٧٦				٣٢٨	٣١٤	٢٩٩	٢٨٩	٢٧٩	٢٧٤	٢٧٠
١٨٠					٣٢٣	٣١٣	٣٠٢	٢٩١	٢٨٧	٢٨٢
١٨٤						٣٢٧	٣١٥	٣٠٣	٢٩٨	٢٩٤



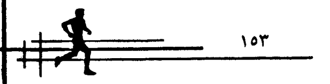
الرموز العلمية لوظائف الجهاز التنفسي

كثيرًا ما يواجه القارئ أو الباحث بعض الحروف اللاتينية التي تستخدم كاختصارات لوظائف وقياسات الجهاز التنفسي، الجدول رقم (٣٥) يوضح هذه الرموز واستخداماتها.

جدول رقم (٣٥)

الرموز الشائعة في فسيولوچيا الجهاز التنفسي

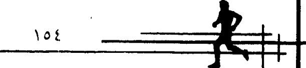
الرمز	الاستخدام الشائع
V	حجم الغاز Gas Volume .
$\dot{V}$	حجم الغاز خلال وحدة قياس زمنية معينة (يلاحظ وجود نقطة فوق حرف V).
P	ضغط الغاز Gas Pressure .
I	غاز هواء الشهيق Inspired Gas .
E	غاز هواء الزفير Expired Gas .
A	غاز هواء الحويصلات Aveolar Gas .
a	غاز الدم الشرياني Arterial Gas .
T	غاز حجم هواء التنفس Tidal Gas .
STPD	درجة حرارة صفر سنتجراد عند الضغط الجوي ٧٦٠ مم/زئبق بدون بخار الماء. Standard temperature, Pressure, dry (O°C, 760 mm. Hg, Free of water vapor).
Vo_2	حجم الأكسجين.
Vo_2 (STPD)	حجم الأكسجين عند درجة حرارة معيارية صفر وضغط جوي ٧٦٠ مم/ زئبق بدون بخار الماء، ويعبر عنها عادة بعدد اللترات في الدقيقة (لتر/دقيقة).
Pco_2	ضغط ثاني أكسيد الكربون بالمليمتر زئبق (مم زئبق).



تابع جدول رقم (٣٥)

الرموز الشائعة فى فسيولوجيا الجهاز التنفسى .

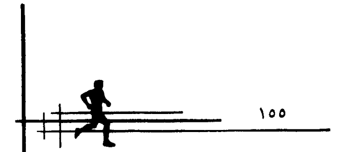
الرمز	الاستخدام الشائع
$PAco_2$	ضغط ثانى أكسيد الكربون لهواء الحويصلات بالمليمتر زئبق (مم زئبق) .
VC	السعة الحيوية Vital Capacity . أقصى حجم لهواء الزفير بعد أقصى شهيق .
SVC	السعة الحيوية البطيئة Slow Vital Capacity . حجم هواء الزفير بدون السرعة فى طرد هواء الزفير .
FVC	السعة الحيوية السريعة Forced Vital Capacity . حجم هواء الزفير المدفوع فى أقصر زمن ممكن .
TV	حجم هواء التنفس Tidal Volum . حجم الهواء الداخل والخارج من الرئتين خلال عملية التنفس .
IRV	حجم هواء الشهيق الاحتياطى Inspiratory Reserve Volume . حجم هواء الشهيق الذى يمكن استنشاقه بعد حجم هواء الشهيق العادى .
ERV	حجم هواء الزفير الاحتياطى Expiratory Reserve Volume . وهو حجم هواء الزفير الذى يمكن إخراجه بعد حجم هواء الزفير العادى .
RV	حجم الهواء المتبقى Residual Volume . وهو حجم الهواء المتبقى فى الرئتين بعد إخراج أقصى زفير .
BTPS	درجة حرارة الجسم، الضغط المحيط المشبع ببخار الماء . Body temperature, ambient pressure, saturated water vapor.
ATPS	درجة الحرارة المحيطة والضغط المشبع ببخار الماء . Ambient temperature and pressure, saturated water vapor.

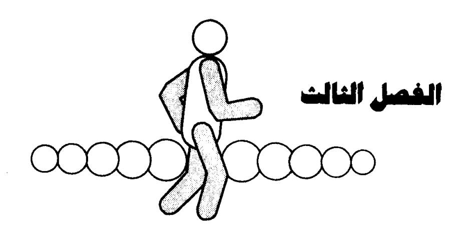


تابع جدول رقم (٣٥)

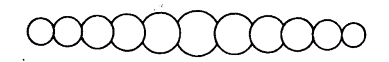
الرموز الشائعة فى فسيولوچيا الجهاز التنفسى

الرمز	الاستخدام الشائع
O_2	غاز الأكسچين.
Co_2	غاز ثانى أكسيد الكربون.
N_2	النتروچين.
F	يعبر عن النسبة المئوية أو نسبة الجزء الموجود من أى غاز. ومثال على ذلك (FEo_2) . . ، (F) تعنى النسبة المئوية (Eo_2) تعنى أكسچين هواء الزفير، وإجمالى الرمز (FEo_2) يعنى النسبة المئوية لأكسچين هواء الزفير.
V_E	حجم هواء الزفير، ودائمًا يعبر عنها باللتر.
$VE_{(BTPS)}$	حجم هواء الزفير المصحح تبعًا لدرجة حرارة الجسم فى الضغط الجوى المحيط المشبع ببخار الماء.
$\dot{V}_E$	حجم هواء الزفير خلال وحدة زمنية. وعادة يعبر عنها بعدد اللترات خلال الدقيقة الواحدة (لتر / دقيقة).
FEV	حجم هواء الزفير السريع Forced expiratory volume . حجم هواء الزفير السريع المدفوع من الرئتين فى أقل زمن ممكن حتى الثانية ١، أو ٢ ثانية، أو ٣ ثانية.
MBC	السعة التنفسية القصوى Maximum Breathing Capacity . حجم الهواء المتحرك من وإلى الرئتين فى الدقيقة.





الجهاز العصبى



فسيولوجيا الجهاز العصبى

الجهاز العصبى هو المهيمن على جميع وظائف الجسم، وهو المسئول عن الربط بين وظائف الأجهزة وتحقيق وحدة وتكامل الكائن الحى.

ويتكون الجهاز العصبى من مجموعة من المراكز العصبية المترابطة التى تصلها التنبيهات الحسية من جميع أجزاء الجسم، فتقوم بإصدار التنبيهات الحركية إلى العضلات الملساء والمخططة.

* الخلية العصبية :

الخلية هى العنصر الأساسى فى تكوين الجهاز العصبى، حيث إنها الوحدة الوظيفية التى تقوم بوظائف الجهاز العصبى من توصيل المعلومات والاستجابة لها. وتنقسم الخلية العصبية تبعًا للوظيفية إلى : خلية حسية، وخلية حركية، وخلية داخلية.

* المراكز العصبية :

المركز العصبى هو تجمع لمجموعة من الخلايا العصبية يكون لها دور وظيفى معين، هذا التجمع يطلق عليه مركز عصبى.

* تكوين الجهاز العصبى :

يتكون الجهاز العصبى من ثلاثة أجزاء وفقًا للوظيفة هى :

١ ـ الجهاز العصبى المركزى :

يتكون من المخ والنخاع الشوكى، ويقوم بتنظيم وظائف الجسم وتهيئته لمواجهة الظروف المتغيرة، كما يقوم بوظائف التفكير وغيرها.

٢ ـ الجهاز العصبى الطرفى :

يتكون من الأعصاب والضفائر التى تربط بين الأعصاب المصدرة والموردة، وبين الجهاز العصبى المركزى . . ، وتقسم هذه الأعصاب إلى نوعين :

أ ـ الأعصاب المخية . . ، وهى التى تخرج من المخ.

ب ـ الأعصاب الشوكية . . ، وهى التى تخرج من النخاع الشوكى.



وهذه الأعصاب تنقسم إلى فرعين أحدهما حسى والآخر حركى.

٣ ـ الجهاز العصبى الذاتى (اللاإرادى) :

يعتبر هذا الجهاز أحد أجزاء الجهاز العصبى، ويطلق عليه عدة مصطلحات مثل الجهاز العصبى الذاتى أو الأوتونومى أو الجهاز العصبى اللاإرادى . . .، وتقوم وظائف الأعصاب لهذا الجهاز بالتحكم فى مختلف وظائف الجسم. وهى تتصل بجميع أعضاء الجسم فيما عدا العضلات الهيكلية المخططة . . . وينقسم هذا الجهاز إلى نوعين هما :

أ ـ الجهاز العصبى السمبثاوى : وهو المسئول عن سرعة إنتاج الطاقة عن طريق زيادة نشاط الجهاز الدورى والتنفسى وإفراز الهرمونات وغيرها، مما يجعل الجسم مستعدًا للعمل.

ب ـ الجهاز العصبى الباراسمبثاوى : وهو الذى يعمل بشكل عكسى مع الجهاز العصبى السمبثاوى حيث ينظم جميع عمليات الجسم أثناء الراحة.

*** دور الجهاز العصبى فى النشاط الرياضى :**

يلعب الجهاز العصبى دورًا مهمًا فى النشاط الرياضى . . .، حيث يقوم بالوظائف التالية :

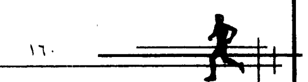
١ ـ التعلم الحركى بمراحله المختلفة.

٢ ـ الجهاز العصبى هو المسئول عن سرعة الأداء الحركى بأنواعه المختلفة. . .، مثل سرعة زمن الرجع البسيط والمركب، والسرعة بكافة أنواعها سواء كانت سرعة الحركة الواحدة أو المتكررة.

٣ ـ الجهاز العصبى اللاإرادى هو المسئول عن الحالات الانفعالية التى يمر بها اللاعب قبل المنافسة، وكذلك بعد أداء الأحمال التدريبية العالية.

٤ ـ يعتبر الجهاز العصبى هو المسئول عن التحكم فى إنتاج القوة العضلية بداية من الانقباضات الضعيفة حتى الانقباض الأقصى.

٥ ـ يقوم الجهاز العصبى بالتحكم فى تحريك الجسم أو أجزاء الجسم فى الفراغ.



٦ - يقوم الجهاز العصبى بالتحكم فى زمن أداء الحركة الواحدة أو الإيقاع الحركى.

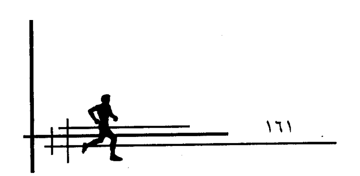
٧ - الجهاز العصبى هو المسئول عن التحكم فى حركات التنفس أثناء الأداء الرياضى.

*** الجهاز العصبى العضلى :**

يعتبر الجهاز العصبى العضلى المسئول عن تحريك أعضاء الجسم، حيث تستقبل العضلة الهيكلية الإشارات العصبية من الخلايا العصبية الحركية وتقوم بوظيفتها لأداء الانقباض العضلى.

بناء على ما سبق فإن الجهاز العصبى العضلى يتكون من الأعصاب الحركية التى تحمل الأوامر من الجهاز العصبى إلى العضلة، والأعصاب الحسية التى تنقل الأحاسيس المختلفة من العضلة إلى الجهاز العصبى، والعضلة نفسها التى تقوم بالانقباض العضلى بناء على ما يصلها من إشارات عصبية.

وتنظم عملية الاتصال العصبى العضلى من خلال نظام الوحدات الحركية التى تعتبر الوحدة الأساسية للجهاز العصبى الحركى، حيث تتكون كل وحدة حركية من خلية عصبية حركية ومجموعة من الألياف العضلية التى تتصل بها هذه الخلية العصبية ويقدر عدد هذه الألياف تبعًا لعدد الأفرع العصبية المتفرعة من محور الخلية العصبية المسيطرة على هذه الألياف.



تقويم الجهاز العصبى

مقدمة :

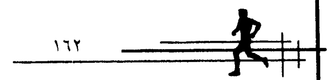
نظرا لأهمية الدور الحيوى الذى يقوم به الجهاز العصبى فى الحياة بصفة عامة وأثناء النشاط الرياضى بصفة خاصة، فإن تقويم حالته الوظيفية يساعد على حل كثير من المشكلات الحيوية للرياضيين مثل تشخيص الحالة التدريبية، ومدى إمكانية السماح للرياضى بالاشتراك فى التدريب والمنافسات، كذلك المشاكل المتعلقة بتخطيط حمل التدريب والراحة ونظام حياة الرياضى . . .، سواء كانت حياته الرياضية أو حياته العامة.

والجدير بالذكر أنه من أهم المؤشرات التى تعكس الحالة الوظيفية للجهاز العصبى قدرة الفرد الرياضى على إتقان المهارات الحركية التى تتميز بالسرعة والتوافق الحركى، كما أن قدرة الرياضى على الاحتفاظ بمستواه الرياضى «الفورمة الرياضية» إلى أقصى فترة ممكنة تعتبر أيضا أحد المؤشرات المهمة التى تعكس كفاءة الحالة الوظيفية للجهاز العصبى.

ويمثل حمل التدريب، وكذلك حمل المنافسات الرياضية أحد الأعباء التى تلقى على الجهاز العصبى للرياضى، حيث إن أداء التمرينات الرياضية يكون من خلال عمل كل من الأفعال العصبية والعضلية.

والأمر كذلك أيضا عند تعلم مهارات حركية جديدة، حيث يؤدى ذلك إلى حدوث تشكيلات جديدة وعلاقات زمنية جديدة يتم تشكيلها فى قشرة المخ . . .، ومع تطور التدريب على المهارة الحركية الجديدة يكتسب الرياضى القدرة على الأداء الحركى الآلى . . .، فهذا كله أيضا من طبيعة وظائف الجهاز العصبى.

كما أن عدم التخطيط السليم لحمل التدريب يمكن أن يؤدى إلى حالة الإجهاد العصبى، حيث ينعكس ذلك على الرياضى فى شكل إجهاد وحدوث أعراض الحمل الزائد.



الجهاز العصبى المركزى :

تختلف طرق دراسة حالة الجهاز العصبى المركزى . . . ، فمنها الطرق الإكلينيكية والطرق الإلكتروفسيولوچية.

ومن أكثر الطرق الإكلينيكية استخدامًا طريقة التاريخ المرضى . . . ، حيث يقوم بها الطبيب أخصائى الأعصاب، بالإضافة إلى الطرق الأخرى لتحديد حالة الأعصاب المخية والمستقبلات الحسية (الجلد والمستقبلات الحسية الحركية والجهاز الدهليزى وغيرها) والتوافق الحركى. ومن الطرق الإلكتروفسيولوچية طريقة رسم المخ الكهربائى.

طرق تقويم الجهاز العصبى

أولا - الطرق الاعتبارية لتقويم الجهاز العصبى :

١ - التاريخ المرضى Anamnesis :

يمكن من خلال جمع بيانات التاريخ الرياضى العام للرياضى الحصول على بيانات قد تفيد فى التقويم الوظيفى المبدئى لحالة الجهاز العصبى، وتشمل هذه البيانات معلومات رياضية تتضمن :

١ - الوقت اللازم لوصول الرياضى لأعلى مستوى له خلال الموسم التدريبى (الفورمة).

٢ - طول الفترة الزمنية التى يستطيع الرياضى خلالها الاحتفاظ بفورمته الرياضية.

٣ - سرعة إتقان المهارات الفنية الجديدة.

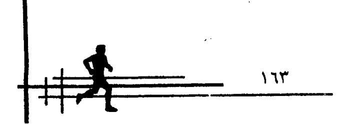
٤ - خصائص تنفيذ المهام الخططية الصعبة.

ومن المفيد فى هذا المجال تسجيل ملاحظات عن علامات وأعراض الإجهاد والحمل الزائد فى الحالات التالية :

١ - عدم ثبات الانتباه.

٢ - انخفاض قدرة الرياضى على التغيير من هدف إلى هدف آخر.

٣ - نوعية الحالة المزاجية.



٤ ـ سرعة الاستغراق فى النوم.

٥ ـ عمق أو سطحية النوم.

٦ ـ الأرق.

٧ ـ النوم قبل المنافسات أو الامتحانات.

٨ ـ تقويم الشهية (لاتوجد، تقل، غير عادية، تزيد باستمرار، مدى تغير حالة الشهية قبل الامتحانات أو المنافسات).

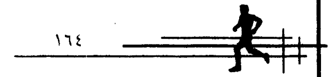
٩ ـ زيادة الاستثارة وعدم القدرة على التحكم فى الانفعالات السلبية.

١٠ ـ تقويم حالة ما قبل المنافسة (مشاهدة أشياء صغيرة أمام العين، تعب العضلات، الصداع .... وغيرها).

علاوة على ما سبق يشمل التاريخ المرضى أيضًا بيانات عن الشكوى من الإصابات والأمراض العصبية مثل إصابات الجمجمة والعمود الفقرى وفترات العلاج بعد هذه الإصابات، وفترات الانقطاع عن التدريب والمنافسات. كما يراعى شكوى الرياضى عن حالته وإحساسه الشخصى بنوعية النوم والشهية والحالة المزاجية والكفاءة، وشعوره بأى اختلال فى الأداء الحركى والإحساس وأعضاء الحس.

عند وجود شكوى من الرياضى يجب ملاحظة مدى إصابته بصداع أو دوار الرأس وغير ذلك من الأعراض، وفى بعض الأحيان يحدث بعد التئام الإصابة فى الجمجمة أن تظهر بعض التغيرات فى الجهاز العصبى اللاإرادى وردود الأفعال السمعية. وفى هذه الحالة يتطلب الأمر استشارة لجنة طبية تضم أخصائى الأعصاب وأخصائى الأذن والحنجرة.

وإذا كان الرياضى يشعر بالصداع أو الدوار ...، فعليه أن يشرح طبيعة الألم الذى يشعر به، وكذلك أوقات ظهوره ومدى ارتباطه بالأداء البدنى أو التوتر الانفعالى، وأيضًا عليه أن يحدد التمرينات التى يشعر خلالها أو أثناء ممارستها بدوار الرأس أو فقد الوعى لفترة قصيرة أو فقد الاتزان. ويحدث الدوار عند أداء



حركات الدورانـات والتعلق، وقد يرجع ذلك إلى تغيـرات الأذن الداخلية أو إلى أمراض عضوية فى الجهاز العصبى المركزى.

٢ ـ خصائص العمليات العصبية العليا :

تفيـد المعلومات التاريخـية المرضيـة والملاحظات المسجلة عن الرياضـيين فى تحديد خصائص العمليات العصبية العليا . . . وهى كما يلى :

أ ـ قوة العمليات العصبية :

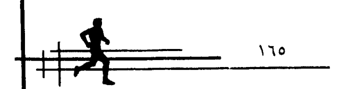
تتضح قوة العمليات العـصبية فى الثبات والشجاعـة والنشاط والتركيز على تحقيق الأهداف. ويمكن التحكم فى ذلك من خلال مـتابعة ديناميكية تطور النتائج الرياضيـة وكذلك خلال المنافـسة، وسرعـة عمليـات التعبـئة والرغبـة فى الفوز، وعلاقة الرياضى بالفـشل وبالأخطاء، وردود أفعاله خلال المنافســة فى حالة ما إذا كان المنافس أقوى أو أضعف.

كمـا أن متابعـة كفـاءة الرياضى فى أداء حمل التـدريب تكون خلال دورة الحمل الصـغيرة والكبـيرة، وخلال جرعـة التدريب الواحدة، وكـذلك من خلال مراقبة سرعة اللاعب فى الوصول إلى الفورمة الرياضية والقدرة على الاحتفاظ بها لفتـرة زمنية أطول، وكذلك مـدى التزام الرياضى باتبـاع النظام فى حياته العـامة وحياته الرياضية.

ب ـ توازن العمليات العصبية :

يمكن الحكم على توازن العمليات العصبية من خلال ملاحظة الحالة المزاجية للاعب، ومدى قدرته على التـماسك، وعلاقاته مع أسرته وأصـدقائه وزملائه فى العمل أو الدراسة أو زمـلائه فى الفريق. وكذلك خصائص سلوكه داخـل الجماعة خلال التدريب والمنافسة.

ولعل من أهم المؤشرات التى يمكن الحكم بها على توازن العمليات العصبية هى حالة النوم ليلة المنـافسة، وكذلك سلوك الرياضى عـند بداية السباق وعلاقـته بإشارة البدء (فى المنافسات الرياضية التى يتوافر فيها ذلك).



جـ ـ مرونة العمليات العصبية :

يمكن الحكم على مرونة العمليات العصبية من خلال :

- سرعة إتقان المهارات الحركية.
- سرعة إتقان المهارات الفنية والخططية.
- سرعة التخلص من الأخطاء.
- سرعة اختفاء أعراض حالة حمى ما قبل البداية.
- سرعة اختفاء التوتر بعد المنافسة الرياضية.
- سرعة التحول من نشاط إلى آخر.
- سرعة النوم وعمقه بعد المنافسة.

وقد أشار «بافلوف» إلى أهمية دور البيئة فى تشكيل خصائص الجهاز العصبى، حيث أظهرت التجارب والملاحظات أن عمليات التدريب الرياضى تحسن من قوة ومرونة العمليات العصبية وتزيد من معدلاتها.

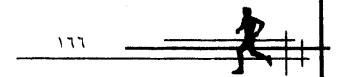
كما لوحظ عند دراسة حالة الأعصاب المخية أهمية العناية بحاسة البصر وأعصاب تحريك العين وأعصاب الوجه والسمع. وفى بعض الأحيان تؤدى الإصابة إلى حدوث اختلال فى نشاط تلك الوظائف.

ثانيًا ـ الطرق الموضوعية لتقويم الجهاز العصبى :

تشمل هذه الطرق مجموعة مختلفة من دراسات توافق وظائف الجهاز العصبى، ودراسات حالة المستقبلات الحسية، ودراسة حالة الجهاز العصبى اللاإرادى، والجهاز العصبى العضلى.

١ ـ دراسة توافق وظائف الجهاز العصبى :

يتمثل التوافق الحركى Motor Coordination الدقيق فى التناسق الجيد بين عمل مختلف المجموعات العضلية بما يجعل الأداء الحركى Motor Performance متميزا بالدقة العالية والاقتصاد فى الوقت والجهد.



ويشترك فى تحقيق التوافق الحركى الدقيق وظائف كل من قشرة المخ وما تحتها والمستقبلات الحسية المختلفة والمخيخ والعضلات المختلفة، وعند تنظيم وتوافق عمل هذه الوظائف المختلفة تظهر فى النهاية الحركة الجيدة السليمة . . ، ويتم اختبار التوافق كما يلى من خلال النماذج التالية :

أ ـ اختبار رومبيرج Rombirg Test :

يهدف هذا الاختبار إلى قياس المقدرة على حفظ الاتزان . . . ، ويؤدى كما يلى :

يقف المختبر ـ حافى القدمين ـ على قدم واحدة مع ثنى الرجل الأخرى وسند مشطها فوق مفصل ركبة رجل الارتكاز، مع فرد الذراعين أمامًا وتباعد الأصابع بدون توتر وغلق العينين (لمنع الاعتماد على حاسة النظر فى تصحيح وضع الجسم).

عند تقويم أداء المختبر على الاختبار يجب ملاحظة درجة ثبات المختبر وعدم الاهتزاز أثناء الوقوف (ثبات الوقوف) وزمن الاتزان الذى يقدر كما يلى :

* جيد : فى حالة اتخاذ الوضع والثبات فيه لأكثر من ١٥ ثانية بدون تحريك أصابع القدمين والرموش.

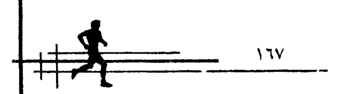
* مقبول : فى حالة الاستمرار فى الوضع لمدة ١٥ ثانية مع وجود حركة بسيطة فى أصابع القدمين.

* ضعيف : فى حالة الاحتفاظ بالوضع لأقل من ١٥ ثانية.

ب ـ اختبار الأنف والأصبع :

وهو اختبار لقياس التوافق الحركى . . . ، ويحاول الفرد فى هذا الاختبار لمس الأنف بأصبع السبابة وهو مغلق العينين.

يمكن تطبيق اختبارات التوافق قبل وبعد التدريب والمنافسة، حيث يمكن من خلال نتائج هذه الاختبارات الحكم على درجة التعب لدى الرياضى، ويعتبر اختلال التوافق الحركى والأفعال الحركية من علامات الإجهاد الزائد أو الحالات المرضية فى أجزاء الجهاز العصبى



جـ ـ دراسة النشاط الكهربائى لقشرة المخ :

تستخدم طريقة رسم المخ الكهربائى (ECG) لتسجيل فروق الجهد الكهربائى لقشرة المخ.

ومن خلال هذه الطريقة يمكن التعرف على ردود الأفعال للمثيرات المختلفة سواء كانت ضوئية أو صوتية، على أن يكون ترددها بمعدل ٨ ـ ٣٠ ذبذبة / ثانية.

كما يمكن استخدام هذه المثيرات فى دراسة الحالة الوظيفية للرياضيين وسرعة رد الفعل الحركى، بمعنى قياس الفترة الزمنية الواقعة بين المثير والاستجابة.

ولقد أظهرت الدراسات التى أجريت على الرياضيين فى حالة التعب أو الحمل الزائد أن استقبالهم لمثير ضوئى ضعيف لايؤدى تقريبا إلى حدوث رد فعل على رسم المخ الكهربائى.

٢ ـ دراسة المستقبلات الحسية :

تقوم المستقبلات الحسية المختلفة بالجسم بنقل الإشارات العصبية الحسية إلى القشرة المخية، حيث يتم تحليلها وتركيب المعلومات. وبذلك فإن المستقبلات الحسية هى التى تعكس العالم المادى المحيط بالرياضى إلى الإدراك، وتشمل هذه المستقبلات: حاسة البصر، وحاسة السمع، وأعضاء الإحساس الحركى، والجلد.

هذه المستقبلات تلعب دورًا هاما عند أداء الرياضى لجميع أنواع الأنشطة الرياضية. وتتوقف كفاءة الأداء الفنى للمهارات الحركية المختلفة على كفاءة هذه المستقبلات الحسية، وخاصة عند أداء حركات بالجسم فى الهواء، أو الحركات التوافقية، وحركات الهبوط. لذا فإن هذه العمليات المختلفة تتحسن بالتدريب.

ولدراسة حالة المستقبلات الحسية يستخدم عدة طرق نذكر منها :

أ ـ دراسة حاسة البصر :

يتم تحديد حاسة البصر بقياس عدة متغيرات مثل :

ـ حدة الإبصار.

- مجال الإبصار.

- تمييز الألوان.

- توازى عضلات العين.

- ردود أفعال رموش العين.

وقد وجد أن مجال البصر يتسع فى بعض الأنشطة الرياضية عند الانتظام فى التدريب، كما يتحسن الجهاز الحركى للعين بالانتظام فى التدريب أيضًا...، ومن الأنشطة الرياضية التى تحقق ذلك الألعاب الجماعية بأنواعها (قدم، سلة، طائرة، هوكى ... إلخ)، والملاكمة والانزلاق.

ب - دراسة حاسة السمع :

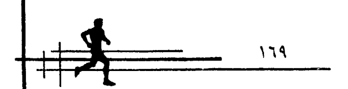
يمكن أن يؤثر ضعف حاسة السمع على كفاءة الرياضى، وقد يكون ذلك أحد أسباب الإصابة وتأخير الاستجابات للمثيرات الصوتية.

وتتحسن الوظائف السمعية من خلال التدريب الرياضى .. هذا ويمكن اختبار حاسة السمع عن طريق تحديد قدرة الرياضى على سماع الحديث والهمس واختبار الشوكة الرنانة، وكذلك قياس السمع Audiometria . ويمكن اعتبار مسافة ٥ متر (خمسة أمتار) مستوى عادى لقدرة الرياضى على سماع الحديث العادى والحديث الهامس.

٣ - دراسة الجهاز الدهليزى :

يلعب الجهاز الدهليزى Vestibularis دورًا مهمًا فى بعض الأنشطة الرياضية التى تتسم بالمهارات الرياضية الفنية المعقدة. حيث ترتبط قدرة الرياضى على الإحساس باتجاهات الجسم وحركاته وأوضاعه المختلفة فى الفراغ المحيط والاحتفاظ بتوازن الجسم.

عند إصابة الجهاز الدهليزى يلاحظ على الرياضى حالة رأرأة أو تذبذب فى مقلتى العين، وهى ذبذبة سريعة لاإرادية Nystagmus . كما يلاحظ عدم القدرة على أداء اختبار الأصبع والأنف (السابق ذكره) بدقة أو القدرة على الاحتفاظ بالتوازن عند أداء اختبار رومبيرج السابق ذكره أيضًا.



وتتحسن حالة الجهاز الدهـليزى عند الانتظام فى التدريب، حيث يزداد ثباته مما يؤدى إلى تركيز الاستثارة فى أجزاء معينة من الجهاز العصبى المركزى، وبالتالى تقل ردود الأفعـال اللاإرادية، ويمكن استـخدام بعض الاختـبارات للتـعرف على كفاءة الجهاز الدهليزى منها :

أ - اختبار فوياتشك Voyatchk Test :

يستـهدف هذا الاختبـار تحديد درجة ظهور ردود الأفـعال الحركيـة وخاصة الإرادية عند استثارة الجهاز الدهليزى.

فى هذا الاختبـار يجلس المختبر على مقـعد دوار (مقعد بدون ظهـر قاعدته قابلة للدوران مـثل مقعد البيـانو) ويثبت الرأس فى زاوية ميل مـقدارها ٩٠ درجة وتغلق العينان. ويتم أداء خمس دورات للمقـعد خلال فترة ١٠ ثوانى بواقع دورة كل ثانيـتيـن . . ، يلى ذلك خمس ثوان راحـة. ثم يرفع المخـتـبر الرأس ويفـتح العينين. . ، سيظهر تأثير الدوران على شكل انحراف الجذع وبعض علامات الجهاز العصبى اللاإرادى.

يتم قبل وبعد التـدوير قياس بعض متـغيرات الجهاز العـصبى اللاإرادى مثل معـدل النبض وضغط الدم ومـقارنة تلك القيـاسات قبل وبـعد الدوران. ويمكن تقسيم درجات رد الفعل للجهاز الدهليزى على ثلاثة مستويات هى :

- ضعـيف : عندما يجذب الجذع فى اتجاه التدوير.
- متوسطْ : عند ظهور انحراف فى الجذع بوضوح.
- قـوى : عندما تتميز حركة الجذع بالحدة التى تشبه السقوط.

إلى جانب المسـتويات الثلاثة سـابقة الذكر يلاحظ تغـيرات الجهاز العـصبى اللاإرادى مثل زيادة معـدل النبض، وتغير مستوى ضغـط الدم، واصفرار الوجه، والعرق البارد، والغـثيان، والدوار، وقد يحـدث إغماء فى بعض الأحيـان. كما يحدث فى بعض الأحيان حالة تذبذب لا إرادى فى مـقلتى العينين، ويستمر ذلك لفترات زمنية مختلفة.

يستخدم هذا الاختبار للاعبى الجمباز، والأكروبات، والقفز بالزانة، والغطس، والرقص على الجليد، وكرة القدم، وكرة السلة.

ب ـ اختبار ياروتسك Yarotsk Test :

يعتبر هذا الاختبار من الاختبارات البسيطة التى لاتتطلب إمكانات . . ، حيث يتطلب الأمر إحداث دورانات متتابعة للرأس على أحد الاتجاهات فقط. وبالرغم من بساطة الاختبار إلا أن دلالاته عالية من حيث تقويم حالة الجهاز الدهليزى.

فى هذا الاختبار يقوم المختبر بتدوير الرأس فى أحد الاتجاهات بمعدل دورة كاملة كل ثانية. ويحسب الزمن من البداية حتى لحظة فقد الاتزان. يؤدى الاختبار من وضع الوقوف.

بلغ متوسط الأداء للأفراد العاديين ٢٧,٦ ثانية، فى حين بلغ لدى الرياضيين ٩٠ ثانية.

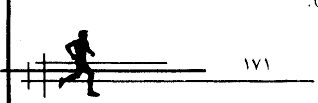
جـ ـ اختبار الاتزان الحرارى Caloric Test (*) :

تقوم فكرة الاختبار على عمل تيارات حمل فى القنوات شبه الدائرية وذلك بدفع ماء فى درجة حرارة أقل وأكثر من درجة حرارة الجسم العادية.

والغرض الفسيولوجى من هذا الاختبار هو إحداث تغيير فى الكثافة النوعية للسائل الليمفاوى فى هذه القنوات، وذلك عن طريق إحداث التغيير فى درجة الحرارة، ومن مميزات أداء الاختبار بهذه الطريقة أنه مضمون النتائج، ولهذا فمتغير الاتزان يعطى دلالة قاطعة على التغيرات غير الطبيعية فى الجهاز السمعى، ومن عيوب هذا الاختبار أنه لايمكن أداؤه فى بعض الحالات مثل وجود ثقب بطبلة الأذن أو مع الأطفال الصغار، وبذا لايمكن بواسطته تحديد مكان الخلل الوظيفى فى الجهاز السمعى؛ لأن الجهاز الحسى يتم تنبيهه من الناحيتين معًا.

ويمكن جعل القنوات شبه الدائرية الأفقية فى وضع رأسى بالنسبة للشخص الجالس بوضع رأسه ٦٠ درجة للخلف، وبالنسبة للشخص الذى يكون مستلقيًا فى وضع أفقى ترفع رأسه ٣٠ درجة فقط.

(*) للاستزادة راجع : مصطفى كاظم مختار (١٩٨٠م).



وإحداث التـغير فى الكثـافة النوعيـة للسائل الليمـفاوى الداخلى الناتج عن التغير فى درجة الحرارة يحدث إزاحة للسائل مسببًا بذلك التغيير فى وضع الكوبيلا Cupula .

ميكانيكية الاختبار :

لأداء الاختـبار يـرقد الشـخص المختـبر على سـرير، ويكون وضع الرأس مرفوعة ٣٠ درجة من الوضع الأفقى للأمام مما يجعل محور العين والأذن للقنوات شبه الدائرة فى وضع رأسى. . ، ويجب :

١ ـ أن تكون درجة حرارة الماء أقل أو أزيد من درجة حرارة الجـسم الطبيعية بمقدار ٧ْ م، أى أن تكون درجة حرارة الماء ٣٠ْ م، ٤٤ْ م.

٢ ـ لاتزيد مدة دفع السائل عن ٣٠ ثانية.

٣ ـ لايقل حجم الماء عن ٥٠ سم.

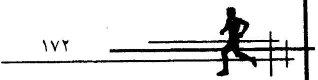
٤ ـ لاتقل الفترة بين دفع السائل مرة وأخرى عن ٥ دقائق.

٥ ـ تقاس رأرأة العين بواسطة ساعة إيقاف.

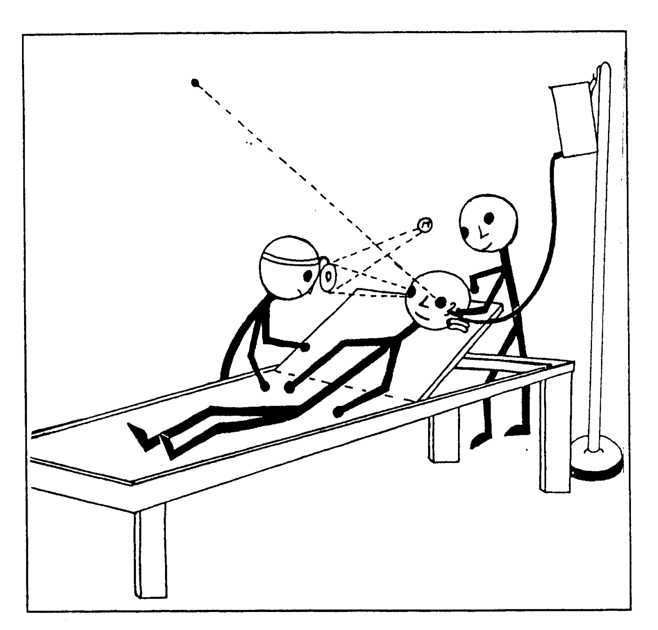
ويمكن مـلاحظة الحركـة الدورانيـة للعينيـن (الرأرأة) باستـعمـال أو بدون عدسـات مكبرة، كـما يمكن تسجـيلها على جـهاز للاهتزازات اللاإراديـة للعين الشكل رقم (٢١) يوضح طريقة أداء الاختبار.

التفسير :

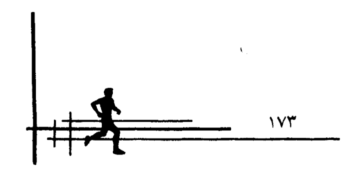
عندمـا يكون الماء فى درجـة حـرارة أقل أو أزيد من درجة حـرارة الجـسم الطبيـعية بمقـدار ٧ْ م تنقل حرارته بعد مـلامسته للطبـلة ومنها إلى الأذن الوسطى حتـى يصل إلى السائل الموجـود فى القنوات شبـه الدائرية Semicircular Canals وهذا يؤدى إلى عـمل تيـارات حـمل حـرارية، التى بدورها تعـمل على تنشـيط القنوات، وهذه الاستجابـة تصل إلى المخ عن طريق العصب المخى الثامن إلى نواة الاتزان بالمخ ومنها إلى النواة المسئولة عن حركات عضلات العينين الخارجية Extra Ocular Muscles وهذا يؤدى إلى انقبـاضها والتى تؤدى إلى هذا الاهتـزاز الأفقى

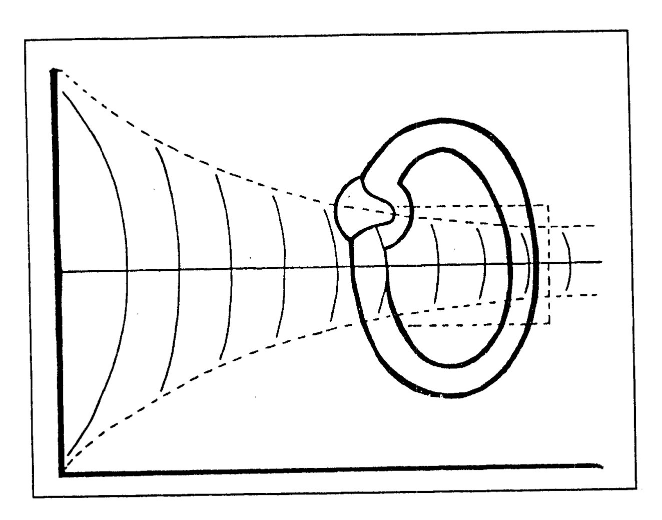


فى العينين. والشكل رقم (٢٢) يوضح انتشار الموجـات الحرارية فى اختبار الاتزان الحرارى.



شكل رقم (٢١)
طريقة اختبار الاتزان الحرارى
عن (مصطفى كاظم، ١٩٨٠)





شكل رقم (٢٢)
انتشار الموجات الحرارية فى اختبار الاتزان الحرارى
عن (مصطفى كاظم، ١٩٨٠)

٤ ـ دراسة إحساس الجلد :

للجلد وظائف مختلفة منها إفراز العرق للتخلص من الحرارة الزائدة، وله دور مهم فى وقاية العضلات أيضًا والجسم. إضافة إلى ذلك يقوم الجلد بدور مهم كعضو من أعضاء الإحساس المهمة، حيث يحتوى على أعضاء الاستقبال الجلدية Cutaneous Receptor Organs وكل نوع منها يختص بنوع واحد من الإحساسات المختلفة التى تشمل إحساس اللمس والبرودة والحرارة والضغط والألم.

ويمكن الحكم على الحالة الوظيفية للجلد عن طريق تحديد بعض الإحساسات بالألم باللمس، والألم، والضغط، والحرارة على مناطق متماثلة من

الجسم. ويستخدم لتحقيق ذلك وسائل بسيطة جدًا مثل قياس الإحساس بالألم بواسطة سن إبرة خفيفة، أو درجة الحرارة بواسطة المياه الباردة والساخنة، والإحساس باللمس بواسطة قطعة من القطن.

٥ - دراسة أعضاء الإحساس الحركى :

تقوم أعضاء الإحساس الحركى بنقل المعلومات المختلفة عن أوضاع الجسم ككل، وعلاقة كل منها بالأعضاء الأخرى.

ولأعضاء الإحساس الحركى أهمية كبيرة كممرات حسية للأفعال الانعكاسية للاحتفاظ بالقوام Posture والنغمة العضلية Muscle Tone .

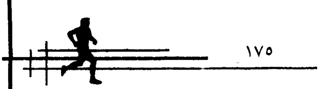
توجد أعضاء الإحساس الحركى فى العضلات الهيكلية والأوتار والمفاصل، حيث توجد المغازل العضلية Muscle Spindles فى العضلات، وهى مسئولة عن نقل درجات الشدة المختلفة على العضلة إلى الجهاز العصبى، وأعضاء الإحساس فى الأوتار تسمى أعضاء جولجى Golgi Organs ، وهى تنقل الإشارات الحسية عندما تشد أوتار العضلات نتيجة الانقباض العضلى، بالإضافة إلى كبسولات باسينيان Pacinian Copuscles التى توجد فى الأنسجة الضامة العميقة حول المفصل حيث تنبه بواسطة الضغط أو الاهتزاز الذى يتم حول المفصل أثناء الحركة.

يرتبط تطور الأداء الحركى من خلال الارتقاء بتلك العلاقة المستمرة بين الجهاز العصبى الذى يصدر أوامره إلى العضلات بالانقباض وحصوله على المعلومات المختلفة نتيجة هذا الانقباض من خلال أعضاء الحس المختلفة. ويزداد دور هذه الأعضاء وضوحًا بصفة خاصة عند أداء الحركات المختلفة عندما يصاحب ذلك غلق العينين.

ويستخدم فى تقويم وظائف أعضاء الإحساس الحركى عدة اختبارات مختلفة، ويستخدم فى ذلك نماذج عديدة منها النماذج التالية :

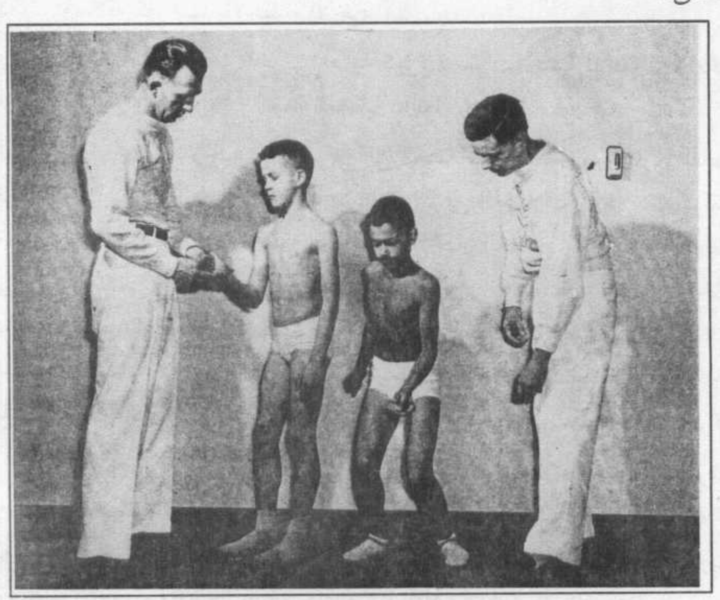
أ - اختبارات الإحساس بالقوة العضلية :

من أشهر هذه النوعية من الاختبارات اختبار قياس القوة العظمى باستخدام جهاز ديناموميتر القبضة Hand Grip Dynamometer . فى هذا الاختبار يقوم المختبر باتباع الخطوات التالية :



١ ـ حساب القوة العظمى للقبضة على جهاز ديناموميتر القبضة (اليد المميزة) ويراعى فى ذلك مسك الجهاز بطريقة سليمة (انظر الشكل رقم ٢٣) ثم عصر الجهاز بأقصى قوة ممكنة وتسجيل الرقم الذى يشير إليه مؤشر الجهاز.

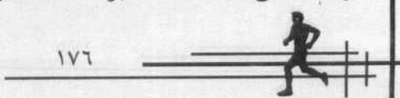
٢ ـ يطلب من المختبر أن يؤدى على الجهاز ٥٠٪ فقط من القوة العظمى، ويعطى فى ذلك من ٣ ـ ٤ محاولات تسجل له أقربهم إلى الـ ٥٠٪ من القوة العظمى.



شكل رقم (٢٣)
اختبار قوة القبضة باستخدام جهاز الديناموميتر
عن (Clarke, 1967)

٣ ـ يطلب من المختبر أن يؤدى وهو مغمض العينين ٥٠٪ فقط من القوة العظمى. ويعطى فى ذلك من ٣ ـ ٤ محاولات تسجل له أقربهم إلى ٥٠٪ من القوة العظمى.

٤ ـ يطلب من المختبر أن يؤدى ٧٥٪ فقط من القوة العضلية العظمى للقبضة، ويعطى فى ذلك من ٣ ـ ٤ محاولات تسجل له أقربهم إلى الـ ٧٥٪ من القوة العظمى (يلاحظ المختبر أثناء ذلك بالنظر الأرقام المسجلة).



٥ ـ يطلب من المختبر أن يؤدى وهو مغمض العينين ٧٥٪ فقط من القوة العظمى. ويعطى فى ذلك من ٣ ـ ٤ محاولات تسجل له أقربهم إلى الـ ٧٥٪ من القوة العظمى.

يتم تقويم الإحساس بالقوة العظمى من خلال تحديد النسبة المئوية لانحراف القوة المسجلة (من القوة العظمى) عن النسبة المئوية المقررة (٥٠٪، ٧٥٪).

عدم زيادة فرق النسبة المئوية لانحراف الأرقام المسجلة عن النسب المقررة (٥٠٪، ٧٥٪) عن ٢٠٪ فإن ذلك يعنى أن حالة الإحساس العضلى المفصلى طبيعى.

مثال :

إذا كانت القوة العظمى ٦٠ كيلوجرام، فإن أى زيادة أو نقص عن ٦ كيلو جرام (فى حالة استخدام ٥٠٪ من القوة العظمى وهى ٣٠ كيلوجرام فى المثال) وهى تمثل ٢٠٪ من نصف القوة العظمى يكون دلالة على ضعف الإحساس العضلى المفصلى. أى أن (فى حالة ٥٠٪ من القوة العظمى) :

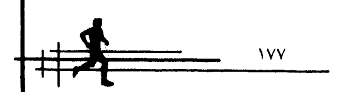
ـ تسجيل أى رقم ما بين ٢٤ ـ ٣٦ كيلوجرام .. يعبر عن سلامة الإحساس العضلى المفصلى.

ـ تسجيل أى رقم يقل عن ٢٤ كيلوجرام أو يزيد عن ٣٦ كيلوجرام يعبر ذلك عن عدم سلامة الإحساس العضلى المفصلى.

وهكذا الأمر وبنفس الأسلوب مع تغيير المعدلات فى حالة استخدام ٧٥٪ من القوة العظمى. هذا مع ملاحظة أنه كلما اقتربت القيمة المسجلة من النسبة المقررة تمامًا (٥٠٪، ٧٥٪) كان ذلك دلالة على أفضلية الإحساس العضلى المفصلى.

ب ـ اختبارات الإحساس بمسافة الوثب Distance Perception Jump :

من أشهر نماذج هذه الاختبارات اختبار سكوت Scott ، حيث يستهدف هذا الاختبار قياس القدرة على الإحساس بمسافة الوثب للأمام Distance Perception Jump ، حيث يدل تحقيق المسافة المطلوبة على الإحساس بمستوى هذا الإحساس.



يؤدى هذا الاختبار بدون استخدام حاسة البصر (المختبر معصوب العينين) . . ، وهو اختبار صالح للجنسين من عمر عشر سنوات حتى نهاية مرحلة التعليم الجامعى .

يرسم على الأرض خطان متوازيان المسافة بينهما ٢٤ بوصة (٥٨,٨ سم) يخصص أحدهما للبدء (خط البدء) والآخر كهدف (خط الهدف Target Line) .

يقف المختبر خلف خط البدء مواجهًا لخط الهدف بحيث تكون قدماه خلف خط البدء مباشرة (انظر الشكل رقم ٢٤) . . ، يترك المختبر لتقدير بعد مسافة خط الهدف عنه ثم يعصب العينين . ويترك فى هذا الوضع لمدة خمس ثوانى . ثم يقوم بالوثب بالقدمين معًا من خط البدء إلى الأمام لمحاولة الوصول إلى خط الهدف بحيث يلامس الخط الثانى (خط الهدف) بالعقبين . ويتم تسجيل المسافة التى تقع بين خط الهدف ونهاية عقبى المختبر إلى أقرب ربع بوصة (٦١, ٠ سم) وللمختبر محاولتان يسجل له مجموعهما .

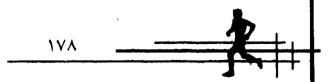
والجدير بالذكر أنه كلما قلت هذه المسافة كان ذلك دلالة على جودة الإحساس بمسافة الوثب لدى المختبر .

جـ ـ اختبارات الإدراك الحس ـ حركى للقدم بالفراغ الرأسى

: Pedestrial Test of Vertical Space

من أشهر اختبارات الإدراك الحس ـ حركى للقدم بالفراغ الرأسى Pedestrial Kinesthesis Tests of Vertical Linear Space اختبار ويب Weibe، حيث يستهدف هذا الاختبار قياس الإحساس بحركة رفع القدم عموديًا لأعلى عند ثنى مفصل الركبة . حيث يحاول المختبر تحقيق مسافة معينة بحيث يحسب نجاحه فى ذلك عن طريق تحقيق المسافة المطلوبة من خلال مدى دقة القرب من الخط المحدد للمسافة .

يرسم خط أفقى على الحائط بحيث يكون على ارتفاع ١٤ بوصة (٤٣,٣ سم) من الأرض . يقف المختبر موازيًا للحائط ، وتترك له فرصة لتقدير المسافة بالنظر ثم تعصب عيناه .



يحاول المختبر رفع قدمه المجاورة للحائط إلى مستوى الخط المرسوم على الحائط كما هو موضح فى الشكل رقم (٢٥) . . ويكون ذلك عن طريق ثنى ركبة الرجل. يتم تسجيل المسافة بين القدم والخط المرسوم على الحائط إلى أقرب ١/٤ بوصة (٠,٦١ سم) . . . للمختبر محاولتان يسجل له مجموعهما.

د ـ اختبارات الإحساس بالقدم Pedestrial Test of Size :

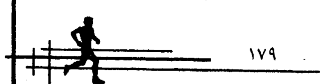
من اختبارات الإحساس بالقدم Pedestrial Kinesthesis Tests الاختبار الذى وضعه ويب Weibe الذى استهدف قياس قدرة القدمين على الإحساس بالمسافة الجانبية. حيث تدل دقة نقل إحدى القدمين جانبًا للمسافة المحددة مسبقًا على ارتفاع مستوى الإحساس شريطة عدم استخدام حاسة البصر.

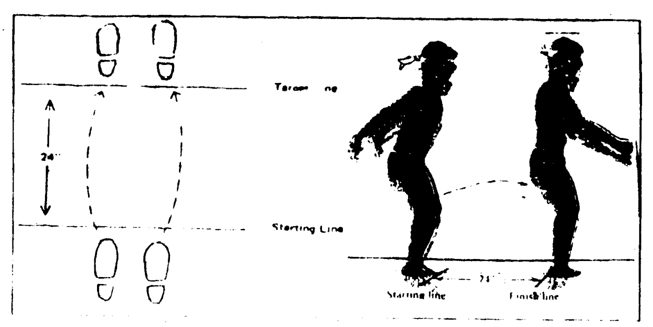
يرسم خطان على الأرض المسافة بينهما ١٢ بوصة (٢٩,٤ سم)، يقف المختبر بحيث تكون إحدى قدميه موازية للخط الأيسر، أى قدمه اليمنى قريبة وموازية للخط الأيسر. يترك للمختبر فرصة تقدير المسافة بالنظر ثم تعصب عيناه. يقوم المختبر وهو معصوب العينين بنقل قدمه اليمنى جانبًا إلى الخط الثانى الذى يبعد بمسافة ١٢ بوصة، مع محاولة وضع القدم اليمنى على الحافة الخارجية للخط الثانى. تحسب المسافة من القدم حتى الخط الثانى، وللمختبر ثلاث محاولات بحيث يسجل له مجموع المحاولات الثلاث التى تمثل مجموعة الأخطاء فى المحاولات الثلاث انظر الشكل رقم (٢٦).

هـ ـ اختبارات الإحساس بالفراغ الخطى الأفقى Horizontal Space Test :

من اختبارات الإحساس بالفراغ الخطى الأفقى Test of Horizontal Liner Space الاختبار الذى وضعه ويب Weibe ويستهدف قياس الإحساس الحركى الأفقى للذراعين. حيث تحسب القدرة على الإحساس بمدى دقة المختبر على لمس علامة معينة على مسطرة موضوعة فى وضع أفقى وهو معصوب العينين. والاختبار صالح للجنسين من سن عشر سنوات حتى نهاية التعليم الجامعى.

من وضع الجلوس على المقعد والمختبر مواجه للحائط. توضع مسطرة تثبت على الحائط فى وضع أفقى (انظر الشكل رقم ٢٧ ـ أ) بحيث يكون طرفها السفلى على ارتفاع من الأرض يوازى مستوى نظر المختبر وهو فى وضع الجلوس على المقعد، توضع علامة معينة على المسطرة، ويطلب من المختبر بعد الجلوس على

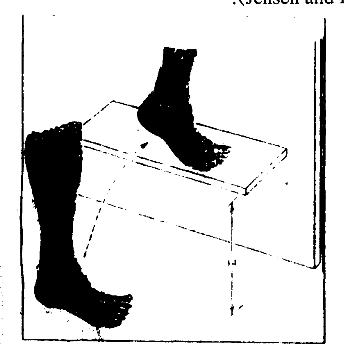




شكل رقم (٢٤)

اختبار سكوت لقياس الإحساس بمسافة الوثب

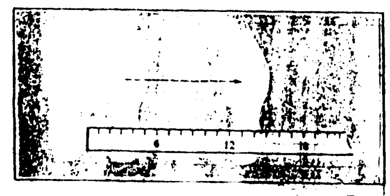
عن : (Jensen and Hirst, 1980).



شكل رقم (٢٥)

اختبار ويب لقياس الإدراك الحس ـ حركى للقدم بالفراغ الرأسى

عن : (Jensen and Hirst, 1980).



شكل رقم (٢٦)

اختبار ويب لقياس الإحساس بالقدم

عن : (Jensen and Hirst, 1980).

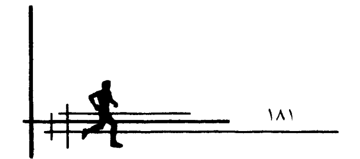
المقعد تقدير نقطة العلامة المرسومة على المسطرة. ثم تعصب عيناه. ويطلب منه أن يشير بسبابته اليمنى إلى العلامة المحددة على المسطرة، أى محاولة وضع السبابة على العلامة مباشرة. على أن يتم ذلك بدون تدريب سابق (المسطرة موازية للأرض).

يسجل للمختبر المسافة بين مكان ملامسة سبابته على المسطرة والعلامة المرسومة على المسطرة إلى أقرب ربع بوصة (٦١, ٠ سم)، يمنح المختبر ثلاث محاولات ويسجل له مجموعها.

و ـ اختبارات الإحساس بالفراغ الخطى الرأسى Vertical Space Test :

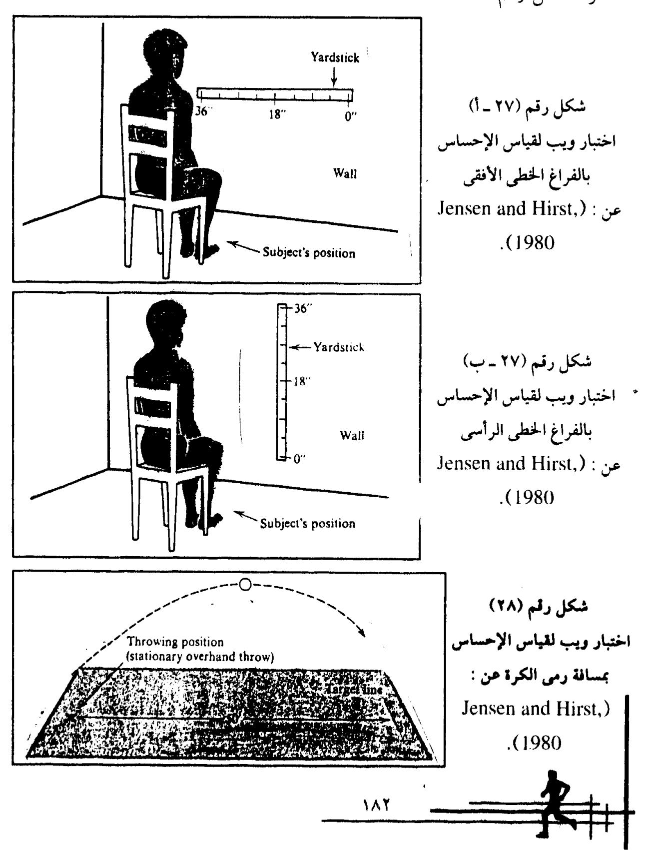
من اختبارات الإحساس بالفراغ الخطى الرأسى Tests of Vertical Liner Space الاختبار الذى وضعه ويب Weibe ويستهدف قياس الإحساس الحركى للذراعين فى الحركات الرأسية، وذلك عن طريق محاولة الإشارة إلى علامة تحدد على مسطرة مثبتة رأسيًا على مستوى النظر وهو معصوب العينين، والاختبار صالح للجنسين من عمر عشر سنوات إلى نهاية مرحلة التعليم الجامعى.

يجلس المختبر على المقعد وهو مواجه للحائط. وتوضع مسطرة (تثبت) على الحائط فى وضع رأسى (انظر الشكل رقم ٢٨ ـ ب) بحيث تكون العلامة المرسومة فى منتصف المسطرة موازية لمستوى نظر المختبر. يركز المختبر تفكيره على العلامة الموجودة فى منتصف المسطرة. ثم تعصب العينان. ويحاول المختبر الإشارة بسبابته اليمنى على العلامة التى فى منتصف المسطرة (ملامستها) وذلك بدون تدريب سابق. يسجل للمختبر المسافة من مكان ملامسته للمسطرة حتى العلامة الموجودة فى منتصف المسطرة إلى أقرب ربع بوصة (٦١, ٠ سم)، يمنح المختبر ثلاث محاولات يسجل له مجموعها.



ر ـ اختبار الإحساس برمى الكرة Ball Throw Test for Kinesthetic Perception :

من اختبارات الإحساس بالفراغ الأفقى فى حركات الرمى . . . خطان المسافة بينهما ٥٠ بوصة، يتم الرمى والعين معصوبة بعد إعطاء فرصة لتقدير المسافة بالنظر . . . . من خلف خط الرمى يتم رمى كرة ناعمة Softball بحيث تسقط الكرة على خط الهدف. تحسب المسافة سلبًا أو إيجابًا (قبل أو بعد) الخط انظر الشكل رقم (٢٨).



شكل رقم (٢٧ ـ أ)
اختبار ويب لقياس الإحساس بالفراغ الخطى الأفقى
عن : (Jensen and Hirst, 1980).

شكل رقم (٢٧ ـ ب)
اختبار ويب لقياس الإحساس بالفراغ الخطى الرأسى
عن : (Jensen and Hirst, 1980).

شكل رقم (٢٨)
اختبار ويب لقياس الإحساس بمسافة رمى الكرة عن : (Jensen and Hirst, 1980).

الجهاز العصبى اللاإرادى

أولا ـ ماهية الجهاز العصبى اللاإرادى ووظائفه :

ينقسم الجهاز العصبى اللاإرادى إلى جزأين هما :

أ ـ الجهاز العصبى السمبثاوى.

ب ـ الجهاز العصبى الباراسمبثاوى.

والمهمة الرئيسية للجهازين هى تنظيم وظائف أعضاء الجسم الداخلية، حيث يعملان تحت تأثير تنظيم المراكز العصبية العليا اللاإرادية.

يعمل كلا الجهازين السمبثاوى والباراسمبثاوى معًا لدى الإنسان السليم صحيًا فى تفاعل ديناميكى وتوازن، ففى حالة الراحة تظهر على الرياضى علامات تغلب نغمة الجهاز العصبى الباراسمبثاوى فى شكل بطء معدل القلب وانخفاض ضغط الدم وتقليل معدل التنفس وغيرها. ويختلف الأمر خلال التدريب أو بعده مباشرة حيث يلاحظ تغلب نغمة الجهاز العصبى السمبثاوى . . .، فيلاحظ زيادة نشاط تلك الوظائف اللاإرادية المسئولة عن إنتاج الطاقة والتمثيل الغذائى.

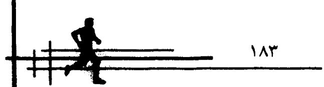
أما فى حالة الإجهاد والحمل التدريبى الزائد يلاحظ حدوث خلل فى العلاقة المثالية بين نشاط كلا الجهازين. وفى هذه الحالة يلاحظ تغلب نغمة الجهاز العصبى السمبثاوى حتى فى حالة الراحة.

ولدراسة حالة الجهاز العصبى اللاإرادى تستخدم عدة اختبارات تستهدف التعرف على حالة ردود الأفعال أو الاستجابات اللاإرادية مثل اختبار رد فعل العين القلبى والجلد والحركة وغيرها. كما تستخدم اختبارات تدخل فيها المواد الفارموكولوجية وتدرس اختلافات درجة حرارة الجلد وإفراز العرق وغيرها. وفيما يلى نعرض بعض هذه الاختبارات.

ثانيًا ـ اختبارات الجهاز العصبى اللاإرادى :

١ ـ اختبار أشنير Ashnir Test :

يطلق على هذا الاختبار اسم اختبار «رد فعل العين القلبى» حيث يعمل على استثارة الجهاز العصبى الباراسمبثاوى.



يأخذ المفحوص وضع الرقود على الظهر، ويقاس له معدل النبض، بعد ذلك يقوم المختبر بالضغط على عينى المفحوص المغلقتين بحيث يستخدم فى ذلك الإبهام والسبابة، ويكون الضغط بدون حدة وتدريجيًا . . ، يلى ذلك حساب معدل نبض المفحوص مرة أخرى.

يتم تقويم الاختبار بناء على معدل التغير الحادث فى معدل النبض نتيجة عمليات الضغط على العينين تبعًا للحالات التالية :

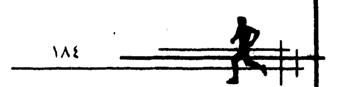
- إذا قل معدل النبض من ٥ ـ ١٢ نبضة . . ، فإن رد الفعل يعتبر إيجابيا. ويشير هذا إلى أن استجابة الجهاز الباراسمبثاوى تعتبر طيبة.
- إذا لم يتغير معدل النبض فإن رد الفعل يعتبر سلبيا . . ، ويشير هذا إلى انخفاض درجة الاستثارة.
- إذا انخفض معدل النبض أكثر من ١٢ نبضة، فإن هذا يدل على ارتفاع استثارة الجهاز العصبى الباراسمبثاوى.
- إذا زاد معدل النبض بعد الاختبار عن أكثر من ٢٤ نبضة فإن رد الفعل يعتبر غير طبيعى.

٢ ـ اختبار الارتسام الجلدى :

هو اختبار لقياس رد فعل الأوعية الجلدية، حيث يظهر رد فعل الأوعية الجلدية عند مرور جسم حاد على الجلد، إذ يؤدى ذلك إلى ظهور ارتسام على الجلد لونه وردى أو أبيض أو أحمر أو شريط أحمر محدب.

وهذه العلامات تعبر عن استثارة نهايات الأعصاب اللاإرادية للأوعية الدموية، ويراعى عند التقويم نوعية ظهور اللون وسرعة ظهوره أيضًا، وذلك فى ضوء المستويات التالية :

- يدل طول الارتسام الجلدى الأحمر على ارتفاع استثارة الجهاز العصبى الباراسمبثاوى للأوعية الجلدية (اتساع أو تمدد الأوعية كالاستجابة للاستثارة الميكانيكية للجلد) . .



- ويدل الارتسام الجلدى الأبيض على انقباض الأوعية الدموية وهو علامة على ارتفاع استثارة الجهاز العصبى السمبثاوى للأوعية الدموية.

- يظهر اللون الوردى فى الحالات العادية.

٣ ـ اختبارات معدل النبض :

الجهازان السمبثاوى والباراسمبثاوى يؤثران على وظائف الأعضاء الداخلية وبصفة خاصة على القلب، أو على معدل القلب بشكل أدق. لذا فإن قياسات معدل النبض وضغط الدم فى ظروف خاصة تعطى انعكاسًا لوظائف الجهاز العصبى اللاإرادى . . وفيما يلى نعرض بعض النماذج من هذه القياسات.

أ ـ اختبار انتصاب القامة :

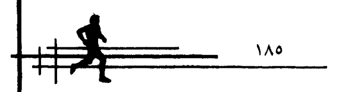
تعتمد فكرة هذا الاختبار على أن نغمة الجهاز السمبثاوى أو بالتفصيل معدل القلب يزيد عند تغير وضع الجسم من الوضع الأفقى إلى الوضع الرأسى (انتصاب القامة)، ويشير الفرق فى معدل النبض فى الوضعين (الأفقى والرأسى) إلى التقدير الكمى لحالة الجهاز العصبى السمبثاوى المؤثر على القلب ومدى استثارته ونغمته.

يرقد المفحوص على متكأ، وبعد مرور ٣ ـ ٤ دقائق يتم قياس معدل النبض فى ١٥ ثانية، ثم ينهض المفحوص ليأخذ وضع الوقوف، ويتم قياس معدل النبض فى الوقوف خلال أول ١٥ ثانية بعد التغير من الوضع الأفقى إلى الوضع الرأسى مباشرة. ويتم حساب النبض فى الدقيقة بالضرب فى ٤.

- إذا لم يزد الفرق عن ١٢ ـ ١٨ نبضة/دقيقة . . ، تكون دلالة نغمة الجهاز السمبثاوى واستثارته طبيعية.

- إذا كان الفرق أقل من ١٢ نبضة / دقيقة . . ، تكون دلالة على انخفاض نغمة واستثارة الجهاز السمبثاوى.

- إذا كان الفرق أكثر من ١٢ نبضة / دقيقة . . ، فإن ذلك يشير إلى ارتفاع نغمة واستثارة الجهاز السمبثاوى.



ب ـ اختبار الوضع الأفقى :

يمكن دراسة الحالة الوظيفية للجهاز السمبثاوى بواسطة اختبار الوضع الأفقى، فهذا الاختبار يتأسس على فكرة أن أى تغيير فى وضع الجسم من الوضع الرأسى إلى الوضع الأفقى يزيد من نغمة الجهاز العصبى الباراسمبثاوى. ويظهر ذلك فى بطء معدل القلب.

يتم أداء هذا الاختبار بطريقة عكسية تمامًا للاختبار السابق (قياس معدل النبض فى وضع الوقوف، ثم إعادة قياسه فى الوضع الأفقى).

ويدل انخفاض معدل النبض من ٤ ـ ١٢ نبضة / دقيقة على أن الجهاز الباراسمبثاوى فى حالة طبيعية، وتشير الزيادة لأكثر من ذلك إلى زيادة استثا الجهاز العصبى الباراسمبثاوى.

يمكن دراسة حالة الجهاز العصبى العضلى باستخدام عدة طرق مختلفة منها :

- التقدير الكمى لقوة الانقباض العضلى بواسطة قياس أقصى معدل للتردد الحركى لليد .
- قياسات الأجهزة مثل طريقة البولى ديناموميتر ، والميوتونومترية ، ورسم العضلات الكهربائى .

أولا ـ اختبارات الانقباض العضلى :

يعتبر الانقباض العضلى إحدى الخصائص العضلية المهمة . . ، نظرًا لارتباطه بحالة كل من العضلة والجهاز العصبى معًا .

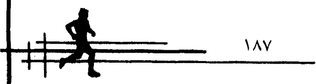
ويتم قياس الانقباض العضلى باستخدام قياسات قوة القبضة وعضلات الظهربالديناموميتر ، وكذلك قياس الجلد العضلى الثابت لعضلات القبضة والبطن ، وفيما يلى وصف تفصيلى لهذه الاختبارات .

١ ـ اختبار قوة القبضة بالديناموميتر :

يعتبر اختبار قوة القبضة باستخدام جهاز الديناموميتر Hand Grip Dynamometer من أكثر اختبارات القوة شيوعًا فى المجال الرياضى . . ، ويرجع الاهتمام بقوة القبضة إلى ما يلى :

قام جابو وجيس Gamboa and Geiss باستخدام اختبار قوة القبضة كإجراء علاجى وكعون لاكتشاف وتشخيص بعض الأمراض ، وقد أظهر بحثهما أن استعادة الشفاء من المرض تكون مصحوبة بزيادة قوة القبضة .

كما أوضح بلاك مان وچاكسون وروجرز أن ديناموميتر القبضة يعكس بدقة حالة الجسم العامة ، وهو اختبار يستحق الاعتبار والتقدير . وأيضًا دلت الدراسات التى أجرى فيها قياس لقوة القبضة كل ساعة على مدار اليوم (٢٤ ساعة) وقورنت بقياسات أخرى أجريت فى نفس الأوقات للتعرف على منحنى الكفاءة العقلية والعضوية خلال ساعات اليوم أن المنحنيين (منحنى قوة القبضة ومنحنى الكفاءة العقلية والبدنية) متطابقان تقريبًا .



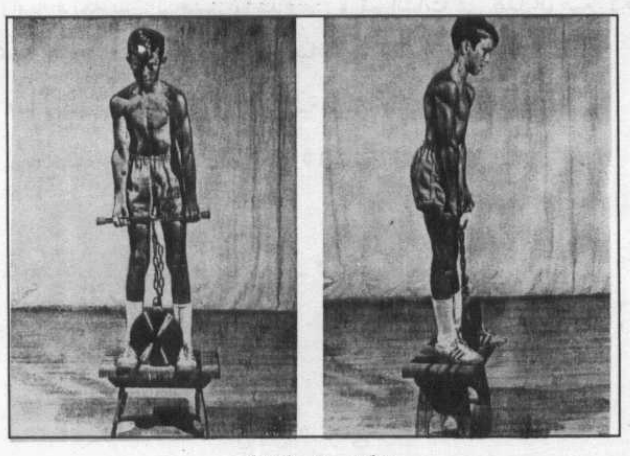
كما استخدم ولجووس Willgoose اختبار قوة القبضة لقياس التغيرات التى تطرأ على المدخنين . . ويقول بوكولتر Bookwalter: إن اختبار قوة القبضة يعتبر واحدًا من أصدق اختبارات القوة العضلية للإنسان، ويذكر كازنز Causins أن اختبار قوة القبضة ذو ثقة عالية، وأن أداء الاختبار بسابق تدريب عليه أو بدون سابق تدريب لا يؤثر على نتيجته. هذا وقد أثبتت إيفرل وسلس Everell & Sills أن قوة القبضة تتأثر بالوزن وكبر حجم اليد والطول والنمط العضلى.

ويرى الخبراء أن الشخص ذا القبضة القوية يمكن أن يحقق مستوى عاليًا فى القوة وبذل الجهد لمدة طويلة.

فى هذا الاختبار يستخدم جهاز ديناموميتر القبضة، بحيث يمسك المختبر بالجهاز فى راحة اليد، ثم يقوم بعصره بأقصى قوة يستطيعها انظر (الشكل رقم ٢٣)، يمنح المختبر محاولتين يسجل له أفضلهما.

٢ ـ اختبار قوة عضلات الظهر بالديناموميتر:

يستخدم فى هذا الاختبار جهاز ديناموميتر الظهر Back Dynamometer (انظر الشكل رقم ٢٩) وفى هذا الاختبار. يقف المختبر على قاعدة الجهاز بحيث يكون الديناموميتر بين قدميه، يعدل من طول سلسلة الديناموميتر بحيث تكون قبضة يد السلسلة عند مستوى مفصل الركبة مع مراعاة أن الذراعين ومفصل الركبة على كامل امتدادهما مع ثنى مفصل الحوض كما هو موضح بالشكل. يقوم المختبر بالشد لأعلى باستخدام عضلات الظهر دون الرجوع أو الميل بالجسم للخلف. يمنح المختبر محاولتين يسجل له أفضلهما.



شكل رقم (٢٩)

اختبار قوة عضلات الظهر باستخدام جهاز الديناموميتر

عن : (Jensen and Hirst, 1980)

٣ ـ اختبار الجلد العضلى الثابت للقبضة بالمانوميتر المائى :

يستخدم فى هذا الاختبار جهاز المانوميتر المائى Water Manometer، حيث تحدد القوة العظمى للمختبر أولا، وذلك بالضغط على منفاخ الجهاز ليرتفع عمود الماء لأعلى ما يمكن. يحدد للمختبر مستوى ٧٥٪ من قوته العظمى ويطلب منه الضغط على المنفاخ إلى هذا المستوى والثبات عنده لأطول فترة زمنية ممكنة. يحسب للمختبر زمن الثبات عند مستوى الـ ٧٥٪ من قوته العظمى (دون هبوط عن معدل الـ ٧٥٪ حيث يتوقف حساب الزمن فور هبوط الماء داخل العمود عن معدل الـ ٧٥٪ المحدد) وذلك باستخدام ساعة إيقاف. ويسجل له الزمن بالثانية.

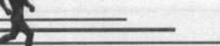
وفيما يلى المستويات التى وضعت لهذا الاختبار :

- جيد : أكثر من ٤٥ ثانية للذكور، وأكثر من ٣٠ ثانية للإناث.
- مقبول : من ٣٠ ـ ٤٥ ثانية للذكور.

  ومن ٢٠ ـ ٣٠ ثانية للإناث.
- ضعيف : أقل من ٣٠ ثانية للذكور، وأقل من ٢٠ ثانية للإناث.

٤ ـ اختبار الجلد العضلى الثابت لعضلات البطن :

من وضع الارتكاز باليدين على جهاز المتوازى يرفع المختبر الرجلين معًا



لعمل زاوية قائمة بين الرجلين والجذع . . ، ثم الثبات فى هذا الوضع لأطول فترة زمنية ممكنة. يحسب الزمن باستخدام ساعة إيقاف بالثانية.

هذا ولقد وضعت المستويات التالية لهذا الاختيار :

ـ جيـــد : للذكور : أكثر من ١٥ ثانية.

للإناث : أكثر من ١٠ ثوانى.

ـ مقـبول : للذكور : من ١٠ ـ ١٥ ثانية.

للإناث : من ٥ ـ ١٠ ثوانى.

ـ ضعيف : للذكور : أقل من ١٠ ثانية.

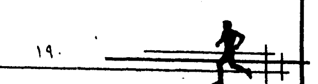
للإناث : أقل من ٥ ثوانى.

ثانيًا ـ اختبار معدل التردد الحركى :

يستخدم فى هذا الاختبار مستطيل مرسوم على ورقة بيضاء مساحته ٦ × ١٠ سم. حيث يخـصص للاختبـار أربعة مستطيـلات كلها بهذه المسـاحات . . وقلم رصاص. وعلى المختـبر أن يقوم بالتنقيط داخل المستطيل إلى أكـبر عدد ممكن من النقاط فـى عشر ثوانى. ثم ينتـقل للمســتطيل الثانى، ثم الثـالث، ثم الرابع . . ، حيث لكل مستطيل زمن قدره عشـر ثوانى فقط . . ، أى أن الزمن الكلى للاختبار ٤٠ ثانية متواصلة.

يجلس المخـتبـر على مقـعد ممسكًا بالـقلم الرصاص فى يده بحـيث توضع اللوحة المرسوم عليها المستطيلات على منضـدة أمامه. عند سماع إشارة البدء يقوم بالتنقيط فى المسـتطيل الأول لأقصى عدد من النقـاط فى عشر ثوانى، عند سـماع إشارة انتهاء الثـوانى العشر الأولى ينتقل للتنقيط فى المستـطيل الثانى لأقصى عدد من النقـاط فى عشـر ثوانى، وهكذا حـتى ينتـهى تنقيط المسـتطيل الرابع (نهـاية الأربعين ثانية).

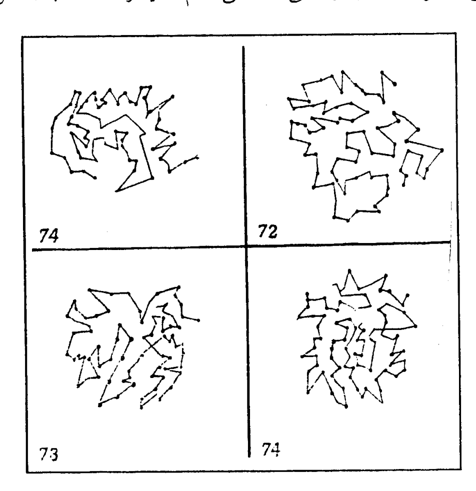
لسهـولة الأداء ينصح المختبـر بالتركيـز على مساحـة المستطيل، وأن يراعى الانتقـال المباشـر من مسـتطيل إلى آخر فـور سماع إشـارة انتهـاء الثوانى العـشر



المخصصة للمستطيل الذى يعمل فيه بحيث لاينقطع عن الاستمرارية فى الأداء حتى نهاية الثوانى العشر المخصصة للمستطيل الرابع.

يقوم المحكم بحساب النقاط فى كل مستطيل بحيث يقوم بتوصيلها بالقلم الرصاص دون رفع القلم عن الورقة (انظر الشكل رقم ٣٠) ويسجل على كل مستطيل من المستطيلات الأربعة عدد النقاط التى نجح المختبر فى تسجيلها.

يبلغ المستوى العادى بالنسبة للرياضيين فى أول عشر ثوانى (المستطيل الأول) حوالى ٧٠ نقطة ...، وهذا يشير إلى أن حالة المجال الحركى للجهاز العصبى العضلى جيدة. ويشير انخفاض عدد النقاط بعد ذلك فى المستطيلات التالية إلى عدم كفاية الثبات الوظيفى. بينما يشير تدرج زيادة عدد النقاط فى المستطيلات الأربع إلى المستوى العادى أو أعلى منه على عدم كفاية وظائف المجال الحركى.



شكل رقم (٣٠)
تسجيل عدد النقاط لتحديد أقصى معدل حركى للطرف العلوى
(الأرقام تشير إلى عدد النقاط)

هذا، وتختلف نتائج هذا الاختبار لدى الرياضيين تبعا لتخصصاتهم الرياضية، حيث تزيد سرعة التردد الحركى لدى لاعبى السرعة Speed، بينما تقل لدى لاعبى التحمل Endurance .

ثالثًا ـ دراسة الجهاز العصبى العضلى باستخدام الأجهزة :

تستخدم عدة طرق لدراسة حالة الجهاز العصبى العضلى للحصول على بيانات أكثر قيمة، ومن بين هذه الطرق طريقة البولى ديناموميترية، والمانوميترية، التندومترية، وطريقة رسم العضلات الكهربائى «الإلكتروميوجراف» . . وفيما يلى توضيحًا لبعض هذه الطرق :

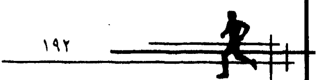
١ ـ الطريقة البولى ديناموميترية :

من المعروف والشائع أن استخدام الديناموميتر لقياس الانقباض العضلى يعد من الطرق الأساسية، إلا أن استخدام الطريقة الديناموميترية فى قياس قوة القبضة Hand Strength وقوة عضلات الظهر Back Strength لايكفى لإعطاء تصور متكامل لقوة جميع المجموعات العضلية للجسم، قد يكون لها دلالات مهمة حتى على مستوى القوة العامة للجسم، ولكن هذا لايغنى عن أهمية وجود وسيلة لقياس المجموعات العضلية الأخرى. لذلك فإن الطريقة البولى ديناموميترية التى نتحدث عنها هنا تعتبر استكمالا للطريقة الديناموميترية.

تتميز الطريقة البولى ديناموميترية بإمكانية قياس الانقباض العضلى لجميع المجموعات العضلية بالجسم، حيث توفر هذه الطريقة إمكانية تثبيت أعضاء الجسم أثناء الاختبار عن طريق اتخاذ أوضاع معينة بالجسم على منضدة خاصة (أطلق عليها البعض سرير القوة) تسمح باستخدام أحزمة للتثبيت (انظر شكل رقم ٣١).

الشكل رقم (٣٢) يوضح أسلوب قياس القوة عند ثنى الفخذ، والشكل رقم (٣٣) يوضح أسلوب استخدام قياس القوة عند ثنى الظهر، وذلك وفقًا للطريقة التى ابتكرها كارويكوف.

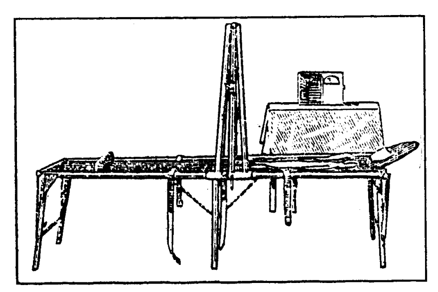
ومن أشهر هذه النوعية من الاختبارات اختبار كلارك وسكوف Clarke & Schopf المسمى Cable - Tensior Strength Test Battery فى قياس القوة



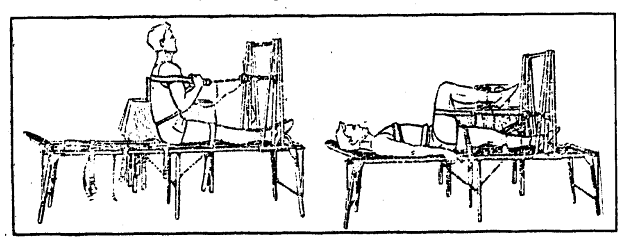
العضلية، حيث استخـدم جهاز التنسوميتر Tensiometer بواسطة عشرين اخـتبارًا مقننًا أعطت معظمهـا معاملات علمية عالية. وفى هذا الاختـبار يتم وضع المختبر فى زاوية مناسبة تسمح باستخدام أقصى قوة للمجموعة العضلية التى يتم قياسها. وتضبط الزوايا عن طريق منقلة Gonometer.

وللجهاز استـخدامات متعددة بالإضـافة لقياس القوة العضليـة، فهو صالح لقياس الجهـد المبذول وتقويم التعب العضلى باستخـدام مؤشر تناقص القوة Stre-ngth Decrement Index عن طريق حساب تناقص القـوة لمجموعة عضليـة معينة نتيجة للمجهود البدنى المبذول باستخدام المعادلة التالية :

$$\text{دليل تناقص القوة العضلية} = \frac{\text{قوة اللاعب قبل التدريب}}{\text{قوة اللاعب بعد التدريب}} \times ١٠٠$$

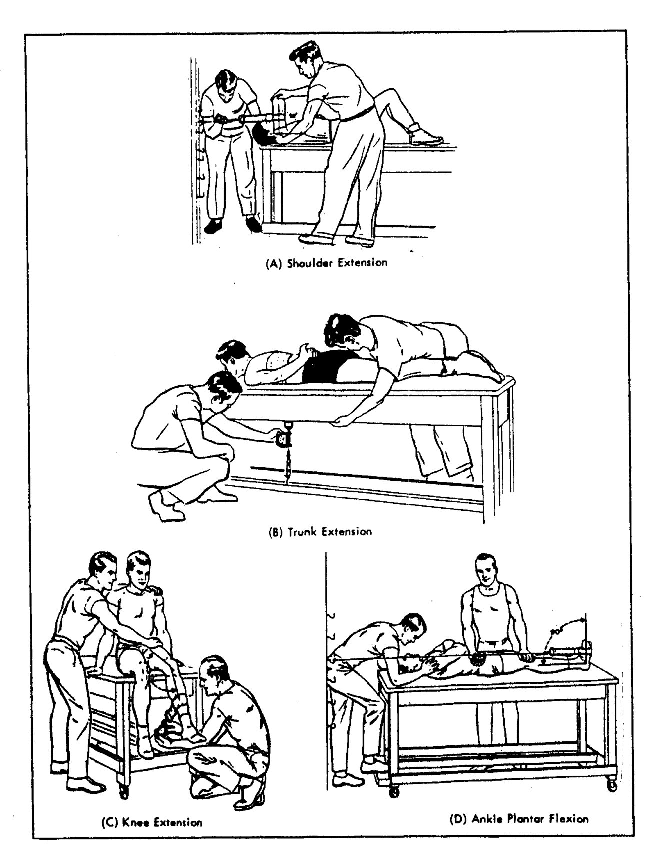


شكل رقم (٣١)
ترتيبات قياسات البولى ديناموميتر



شكل رقم (٣٢)
قياس القوة عند ثنى الفخذ

شكل رقم (٣٣)
قياس القوة عند ثنى الظهر



شكل رقم (٣٤)

استخدامات مختلفة لجهاز التنسوميتر

عن : (Clarke, 1967)

وعند استخدام الجهاز لقياس القوة العضلية وضع كلارك وسكوف شروطًا معينة من حيث وضع البدء Starting Position وطرق الربط Attachment والاحتياطات Precautions (*).

إذ يجب مراعاة ما جاء فى هذه الشروط بكل دقة للحصول على قياسات موضوعية. والشكل رقم (٣٤) يوضح أربعة استخدامات للجهاز :

١ ـ قياس قوة بسط المنكب Shoulder Extension، حيث وضع الساعد فى وضع عمودى (٩٠ درجة) مع الجسم.

٢ ـ قياس قوة بسط العمود الفقرى (الثنى الخلفى) Trunk Extension حيث ينبطح المختبر على الجهاز مباشرة.

٣ ـ قياس قوة بسط الركبة Knee Extension، حيث حددت الزاوية بين الساق والفخذ بـ ١١٥ درجة.

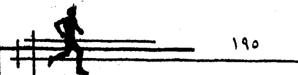
٤ ـ قياس قوة قبض مفصل القدم لأسفل، حيث حددت الزاوية بين الساق ومشط القدم بمقدار (٩٠ درجة).

٢ ـ الطريقة المايوتونوميترية :

تستخدم الطريقة المايوتونوميترية Myotonometria لقياس درجة التوتر العضلى، وقد ابتكرها العالم المجرى سيرماى، ويتميز جهاز المايوتونومتر بقدرته على قياس درجة المقاومة المطاطة للعضلة فى شكل وحدات قياسية نسبية تظهر على الجهاز عند الضغط به على سطح العضلة. وبهذا يمكن قياس التوتر العضلى «درجة الصلابة» عند أقصى حالات الانقباض العضلى وكذلك فى حالة الارتخاء العضلى.

وتقوم فكرة المايوتونوميترية على أن أى ضغط يقع على أى مسطح من الجسم باستخدام أداة من المطاط أو أى جسم آخر مرن تؤدى إلى وجود مقاومة أو درجة انضغاط بحيث تتناسب هذه الدرجة طرديًا مع درجة صلابة هذا السطح.

(*) للاستزادة راجع :
Clarke. H. H., (1967) : Application of Measurement to Health and Physical Education, 4 th. ed., Prentic-Hall, INC. Englewood Cliffs, New Jersey, p. 171.



على هذا الأساس تقوم فكرة جهاز المايوتونوميترية . . ، حيث إنه عند القياس يوضع الجهاز فوق أكثر أجزاء العضلة توترًا ويكون عموديًا عليها، وعند ذلك تحدد النغمة العضلية عند الارتخاء الكامل وعند أقصى توتر عضلى فى شكل وحدات قياس تسمى «مايوتون». وتدل زيادة صلابة العضلة أثناء الانقباض وزيادة درجة الارتخاء على تحسن الحالة الوظيفية للجهاز العصبى العضلى. كما يدل ارتفاع درجة توتر العضلة أثناء الارتخاء وانخفاض درجة توترها أثناء الانقباض على سوء حالة الجهاز العصبى العضلى.

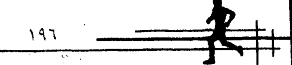
وتستخدم الطريقة المايوتونوميترية أساسًا للملاحظات التتبعية للرياضيين، حيث يعتبر الفرق المشاهد بين مقادير النغمة العضلية فى حالة الارتخاء والانقباض أحد المؤشرات المهمة التى تزيد مع تقدم وتحسن الحالة التدريبية وتقل فى حالة حدوث التعب.

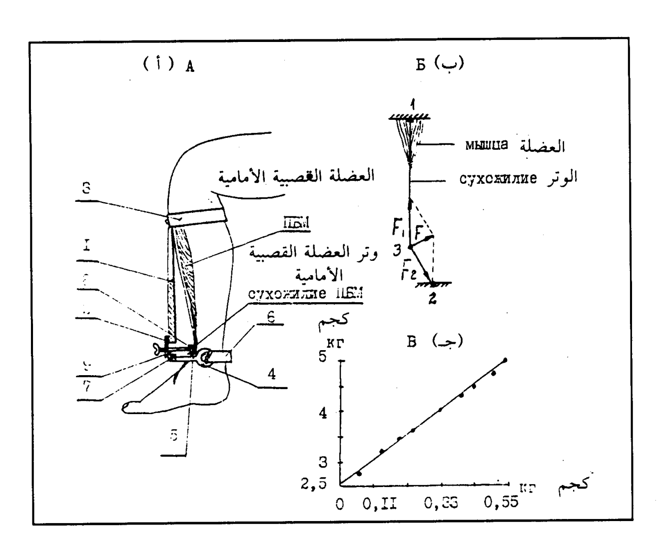
وكلما كانت الحالة التدريبية أفضل قلت النغمة العضلية فى الراحة وزادت فى حالة الانقباض العضلى. وانخفاضها فى حالة التوتر يدل على ظهور التعب العضلى. . ، ويظهر ذلك واضحًا بعد أداء الأحمال البدنية الكبيرة.

٣ ـ الطريقة التندوميترية :

تختلف الطريقة التندوميترية عن غيرها من الطرق الأخرى لقياس قوة الانقباض العضلى بإمكانية قياس قوة انقباض العضلة الواحدة عن طريق درجات الشد التى تقع على وتر هذه العضلة.

قدم هذه الطريقة لأول مرة العالم «كوتس» ومساعدوه عام ١٩٧٦م، حيث تتأسس فكرة هذه الطريقة على القانون الفزيائى الذى يشير إلى أن مبدأ انتشار القوة يكون تبعًا لمبدأ متوازى الأضلاع، حيث إن تلامس الجسم الموصل للقوة الناتجة من الوتر يشكل زاوية معينة، وعند انقباض العضلة تظهر القوة (F_1) التى تأخذ اتجاهًا على طول العضلة من المنشأ إلى الاندغام، وعلى العكس منها القوة (F_2) والتى تساويها. وعند ذلك تنعكس هذه القوة على القوة (F) عند تلامس الجزء المتصل بوتر العضلة لتسجيل أى درجات شد تحدث له وتتناسب مع مقدار القوة (F_1) والقوة الأخرى (F_2). (شكل رقم ٣٥).





شكل رقم (٣٥)

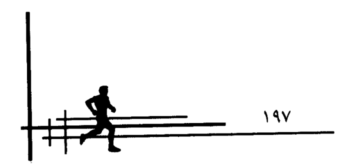
طريقة قياس القوة العضلية عن طريق وتر العضلة القصبية الأمامية

عن : (أبو العلا أحمد عبد الفتاح، ١٩٧٩م)

(أ) شكل تثبيت جهاز تلقى مقاومة وتر العضلة القصبية الأمامية على الساق.

(ب) مبدأ عمل مجس الوتر لنقل القوة.

(جـ) شكل بيانى يوضح العلاقة الخطية بين القوة العضلية (رأسى) وبيانات مجس التندومترى (أفقى).



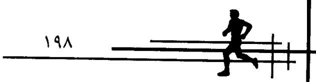
استخـدم الباحثون هذه الطريقـة بكثرة فى الاتحاد السوفيـتى منهم أبو العلا أحمد عبد الفتاح عام ١٩٧٩م فى رسالته للحصول على درجة الدكتوراه حيث نجح بهذا الأسلوب فى قـياس قوة العضلة القـصبية الأمامـية. انظر الشكل رقم (٣٥) الذى يوضح أسلوب استخدام هذه الطريقة.

٤ ـ طريقة رسم العضلات الكهربائى (EMG) :

تعتـبر طريقة رسم العضـلات الكهربائى Electromyography (EMG) من الطرق المهمة لدراسة خـصائص نشاط الجهاز العصبى العضلى. حـيث يعتمد هذا الأسلوب أساسًا على تسجيل النشاط الكهربائى للعضلات فى حالة انقباضها . . ، وهى فى هذا تشبه الطرق الأخرى لتسجـيل الجهد الحيوى الكهربائى Biopotintial كرسم المخ الكهربائى EEC ورسم القلب الكهربائى ECG . . . ، حيث تتفق مع هذه الطرق من حيث الصفـات العامة والأسس الفسـيولوچية التى تعتمـد عليها. ولكنهـا تختلف بعض الشىء تبـعًا لاخـتلاف خصـائص جهـاز تسجيـل النشاط الكهربائى للعضلات وأسلوب تسجيل الذبذبات الكهربائية وظروف استجاباتها.

تعتمد طريقـة رسم العضلات الكهربائى على تسجيل الـعلاقة بين عمل كل من الجهاز العـصبى والجهاز العضلى من خـلال تسجيل التغيـرات الكهربائية التى تحدث بالعـضلات أثناء الانقباض العـضلى، فمن المعروف أن الانقبـاض العضلى يحدث نتيجة لاستثارة من الجهاز العصبى إلى الجهاز العضلى عن طريق الأعصاب الحركيـة، مما يؤدى إلى حدوث تغيـر مفاجئ فى الحالة الكهـربائية للعضلة نتـيجة خاصـية النفـاذية للخلية العضلـية بما يسمح بحـدوث تغير فـى حالة فرق الجـهد الكهربائى أثـناء الفعل Action Potintial فتتـغير طبيعة الشـحنة خارج الخلية إلى الحالة السلبية وتكون حالة الخلية الداخلية موجبة.

ويتمـثل هذا التغير فى شكل مـقدار الاستـقطاب الذى يظهر فى شكل خط يتجـه لأعلى بمقدار درجـة التغيـر الكهربائى. ثم يعود هـذا الخط فى الرجوع إلى المستوى العادى عندمـا تعود حالة الخلية العضلية إلى حالتـها العادية. وبذلك فإن رسم هذه الاستثـارة يعطى فكرة عن عاملين هامين: أحـدهما ـ قوة هذه الاستثارة كما يعبر عنهـا بالميكروفولت، والآخر ـ زمن هذه الاستثارة كما يـعبر عنها بأجزاء من الألف من الثانية.



ويتم تسجيـل هذه الذبذبات على شرائط خاصة من ورق التـصوير أو أفلام التصوير أو حبـر خاص للتسجيل، ويظهر على شـريط التسجيل تقسيـمات رأسية تمثل عامل الزمن، وتقسيمات أفقية تمثل مقدار فروق الجهد الكهربائى، كما يمكن بالإضافة لذلك استخدام تسجيل صوتى للعمل العضلى.

ونظرًا لأهميـة استخدامات هذه الطريـقة فى مجال الرياضة، بـالإضافة إلى افتـقار كل من المكتـبة العـربية بشكل عـام والمكتبة الريـاضية بصـفة خـاصة إلى معلومات مستوفاة عن هذه الطريقة سوف نلقى مزيدا من الضوء عليها حتى يتمكن الباحثون من استخدامها فى البحوث والدراسات المختلفة.

نشأت الأسس النظرية لطريقـة رسم العضلات الكهـربائى منذ دراسات كل من جلفـانى Galvani عـام ١٧٩١م، وماتيـوشى Matteucci عــام ١٨٤٤م عن الكهـرباء الحيـوية. إلا أن تسجـيل فرق الجـهد الكهـربائى العضلى ذى الفـولت المنخفض أصبح ممكنًا فقط بعد ظهور الجلفانوميتر الوترى.

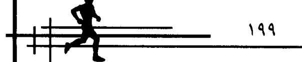
وقد أجـريت أول دراسة باستـخدام طريقة رسم الـعضلات الكهـربائى عام ١٩٠٧م حيث قـام بها بيـبر Piper. وفى عـام ١٩٢٥م اكـتـشف كل من ليـدل وشيرنجتون Liddel & Sherrington الوحدات الحركية.

وقـد ارتبط تطور المعلومـات عن الوحدات الحـركـية بتـقـدم نظريات رسم العضلات الكهربائى، وأمكن بفضل هذه الطريقة دراسة ميكانيكية عمل الأعصاب الحركية ومـكوناتها وخصائصها، وكـذلك تركيب وخصائص الاتصالات العـصبية العضلية والمكونات الخاصة بالاستثارة والانقباض فى الليفة العضلية.

هذا وقـد سـاهمت طريقـة رسم العـضـلات الكهـربائـية فـى تطوير علم فسيولوچيا الحركة فى اتجاهين أساسيين هما :

- فسيولوچيا الأعصاب والعضلات معًا كاتجاه لتحليل الظواهر الكهربائية.
- فسـيولوچيا الأداء الحركى والذى يـعتبر أكـثر اتجاهًا إلى الميكانيكا الحـيوية وفسيولوچيا العمل والحركات الرياضية.

كما سـاهمت طريقة رسم العضلات الكـهربائية فى إيجاد كثـير من الحلول للمشكلات الأولية الخـاصة بالتحكم الحركى من الناحية العـصبية وأوضاع الجسم المختلفة، واختفت حاليًا مشكلة صعـوبة دراسة الكائن الحى المتحرك وصعوبة تنفيذ التجارب الفسيولوجية العصبية على الإنسان.



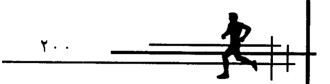
ويعتبر اكتشاف الخاصية الانعكاسية للميكانيكيات العصبية فى تنظيم الحركات الإرادية من الاكتشافات الأساسية الكبيرة فى علم الفسيولوجى . . ، هذا بالرغم من عدم اكتشاف طبيعتها. ومازال الشكل النهائى للعمليات التنظيمية العصبية هو تنشيط الخلايا العصبية الحركية والذى يؤدى بالتالى إلى حدوث الانقباض العضلى المصاحب بزيادة النشاط الكهربائى العضلى، والذى يعتبر هو المادة الأساسية لدراسة رسم العضلات الكهربائى.

ولقد بدأ استخدام هذه الطريقة فى المجال الرياضى فى مصر عن طريق بعض الباحثين الذين استعانوا بها فى دراساتهم للحصول على درجة الدكتوراه منهم زينب العالم (١٩٦٧م) حيث استخدمت هذه الطريقة لدراسة تأثير التدليك على النشاط الكهربائى للعضلات، وجمال علاء (١٩٧٦م) فى التحليل الحركى لمتسابقى ألعاب القوى، وإسماعيل أبو زيد (١٩٧٩م) فى الكشف عن طبيعة عمل المجموعات العضلية لتطوير الأداء الفنى للجمباز على العقلة، وأبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٧٩م) فى دراسة التعب العضلى، ونادية غريب (١٩٨٦م) للتعرف على تأثير تنمية التوازن الثابت على النشاط الكهربائى لعضلات الطرف السفلى.

تختلف الأجهزة المستخدمة لتسجيل رسم العضلات الكهربائى تبعًا لعدد القنوات ما بين ٢، ٣، ٤ قنوات وأكثر من ذلك، حيث إن زيادة عدد القنوات تعنى إمكانية تسجيل النشاط الكهربائى لعدة عضلات بحسب عدد هذه القنوات فى نفس الوقت وعند أداء نفس الحركة.

كما أن هناك أجهزة لا تتطلب وجود سلك موصل بين المفحوص والجهاز وتعتمد على التسجيل عن بعد . . ، وبهذا يمكن تسجيل النشاط الكهربائى للعضلات أثناء الحركات الرياضية الطبيعية.

يتم نقل الذبذبات الكهربائية لفروق الجهد للعضلة من خلال أقطاب مستقبلة Electrodes توضع مباشرة فوق العضلة وتسمى الإلكترودات السطحية Surfuce Electrodes انظر الشكل رقم (٤٢)، أو يمكن إدخالها إلى داخل العضلة وتسمى الإلكترودات الإبرية Needeel Electrodes. وتختلف أنواع استخدام هذه



الإلكترودات تبعًا للهدف من الدراسة، وهذه الإلكترودات تتصل بالجهاز عن طريق سلك أو بدون سلك «تلليمترى».

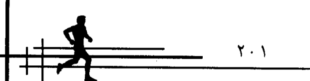
وبالإضافة إلى الإلكترودات المستقبلة يوجد إلكترود أرضى Ground Electrode يقوم بتفريغ أى تشويش كهربائى قد يتدخل مع التسجيل.

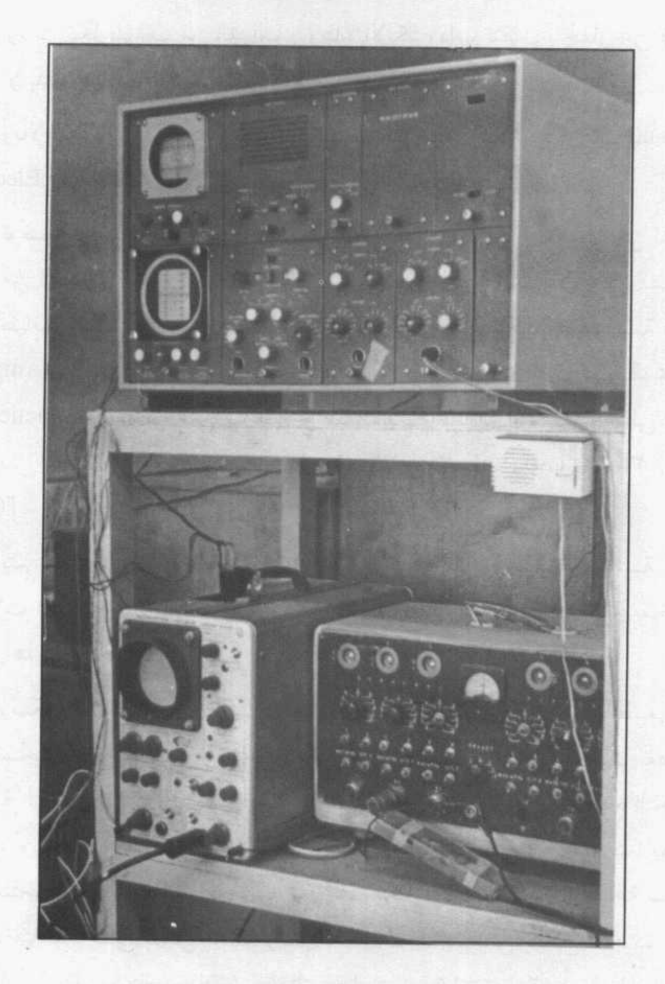
توضع الإلكترودات المستقبلة والتى تتكون من قرصين صغيرين من المعدن (غالبًا من الفضة) على العضلة، ولكون تغيرات فروق الجهد الكهربائى الصادرة من الانقباض العضلى تعتبر صغيرة جدًا فإن الجهاز يقوم بتكبيرها بواسطة مكبر Amplifier، وبعد ذلك قد يتم تخزين التغيرات الكهربائية على شريط ممغنط Magnetic Tape وتظهر على شاشة خاصة Oscilloscope أو تسجل على ورق تصوير حساس [انظر الأشكال رقم ٣٦، ٣٧ (قناة واحدة)، ٣٨ (ست قنوات)].

يتم تحليل النشاط الكهربائى العضلى عن طريق تحليل ودراسة رسم العضلات المسجل على شريط التسجيل فى شكل ذبذبات، وتستخدم طرق مختلفة لتحليل هذه الذبذبات.

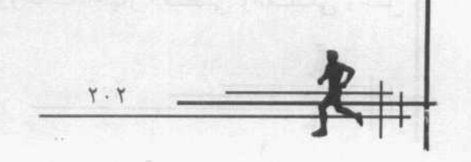
ويمكن فى هذه الحالة مجرد مقارنة رسم العضلات الكهربائى الطبيعى بما أمكن تسجيله. إلا أن بعض الواجبات الدراسية تتطلب مدخلا كميا أكثر تفصيلا لإمكانية التعامل مع البيانات الإحصائية. وفى هذه الحالة يمكن استخدام التحليل الكمى، ويمكن استخدام أجهزة حسابية خاصة لإجراء التحليل الكمى، كما يمكن أيضًا استخدام الوسائل البصرية . . ، وفى هذه الحالة يجب أن تكون سرعة سريان الشريط مناسبة حتى يمكن متابعة رسم العضلات الكهربائى بالعين المجردة. لذا يقترح أن لا تقل سرعة سريان شريط التسجيل عن ١٥٠ ـ ٢٠٠ ملّيمتر فى الثانية انظر (الشكل رقم ٣٩).

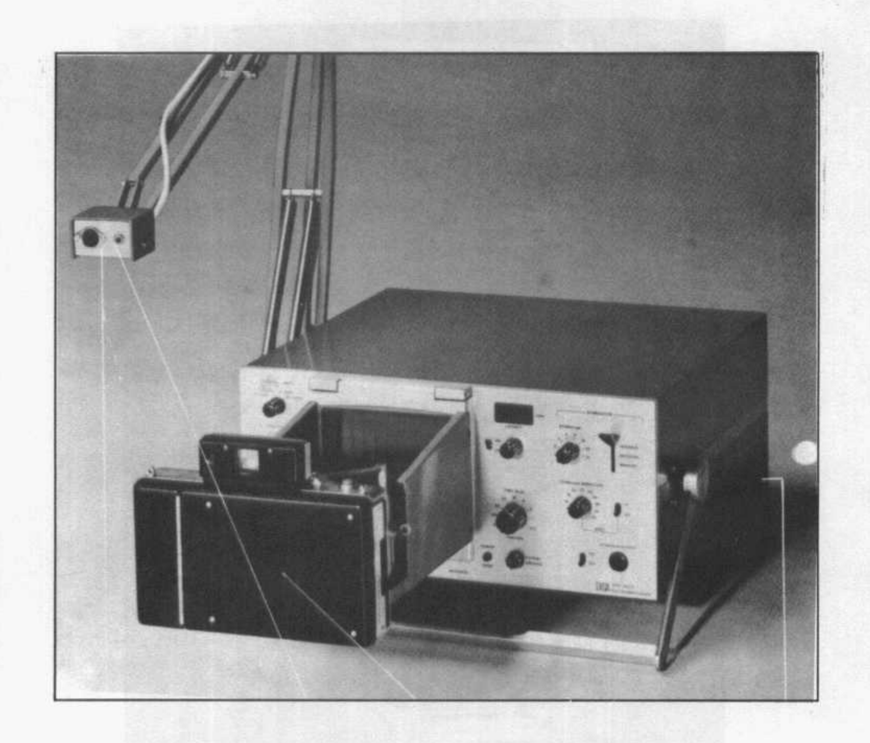
ولتفسير رسم العضلات الكهربائى فإن المعلومات الناتجة لا تعطى أى دلالة إلا بعد تفسيرها وفهم مصادرها . . ، ويتطلب ذلك خلفية علمية فسيولوجية لطبيعة الظاهرة الكهربائية الحيوية، ووظائف الجهاز العصبى والعضلى وعمل



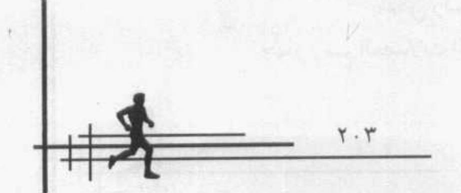


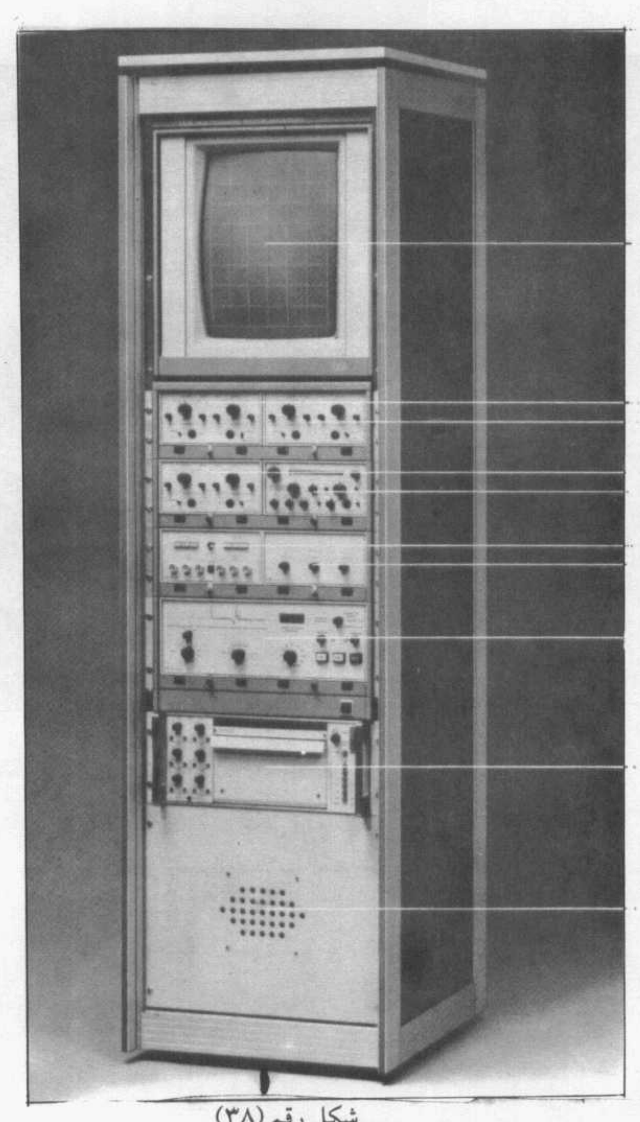
شكل رقم (٣٦)
جهاز رسم العضلات الكهربائى



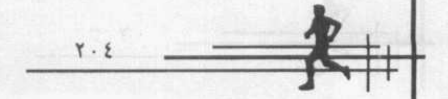


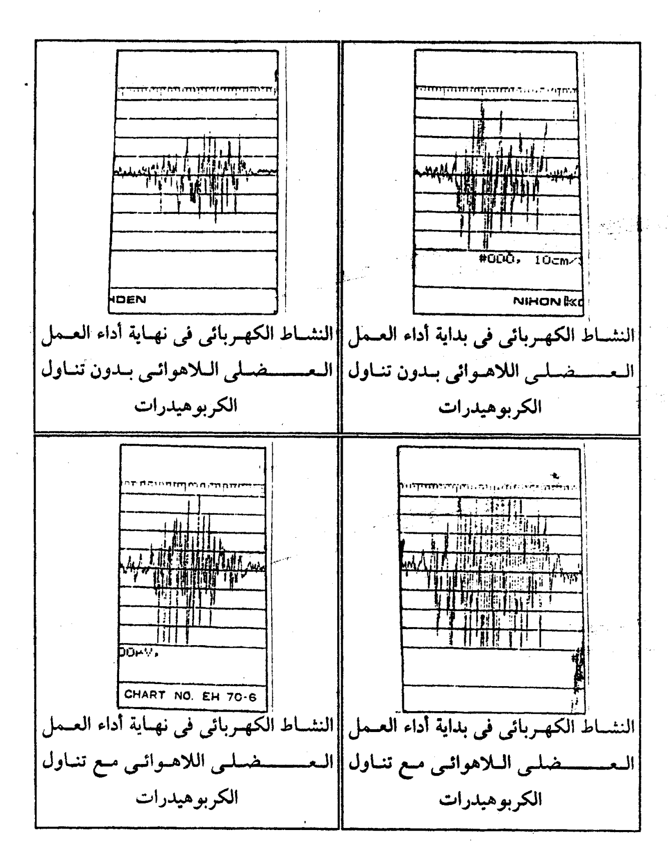
شكل رقم (٣٧)
جهاز رسم العضلات الكهربائى (قناة واحدة)





شكل رقم (٣٨)
جهاز رسم العضلات الكهربائى (٦ قنوات)





النشاط الكهربائى فى بداية أداء العمل العضلى اللاهوائى بدون تناول الكربوهيدرات

النشاط الكهربائى فى نهاية أداء العمل العضلى اللاهوائى بدون تناول الكربوهيدرات

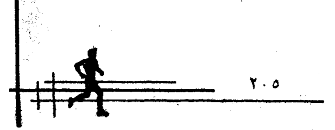
النشاط الكهربائى فى بداية أداء العمل العضلى اللاهوائى مع تناول الكربوهيدرات

النشاط الكهربائى فى نهاية أداء العمل العضلى اللاهوائى مع تناول الكربوهيدرات

شكل رقم (٣٩)

رسم العضلات الكهربائى

عن : (عزة الشورى، ١٩٨٩م).



الوحدات الحركية وغيرها. وبناء على ذلك يمكن تفسير نتائج رسم العضلات الكهربائى.

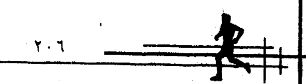
وفى هذا المجال يمكن دراسة سعة الاستجابة «الذبذبة» ومعدل ترددها، وبطبيعة الحال لا تعتبر رسوم العضلات الكهربائية ذات قيمة إلا إذا تم تفسيرها.

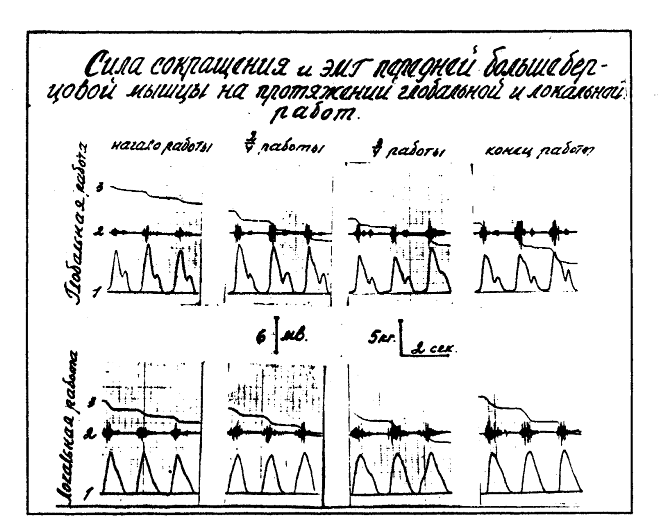
وعادة فإن رسم العضلات الكهربائى يعتبر فى حد ذاته نتيجة لتطابق نشاط جهازين أساسيين، أحدهما المصدر البيولوجى لذبذبات فروق الجهد الكهربائى وهو فى هذه الحالة العضلة، والآخر هو الأجهزة المستخدمة لتسجيل النشاط الكهربائى. وبينما يرتبط الجزء الأول بالعضلة والظاهرة الكهربائية وغيرها، فإن الجانب الآخر يرتبط بنوعية تسجيل النشاط الكهربائى مثل نوع الإلكترود (فردى أو زوجى - سطحى أو داخلى) وكذلك نظام تكبير الذبذبات وغيرها.

وقد وضع بعض العلماء التفسيرات التالية للنشاط الكهربائى العضلى . . ، يذكر منهم العالم «بيرسون» فى هذا الشأن :

إن السبب الفسيولوجى لزيادة النشاط الكهربائى عند زيادة قوة الانقباض العضلى هو زيادة عدد الوحدات الحركية المشتركة فى هذا الانقباض، وكذلك زيادة تزامنها فى العمل أثناء الانقباض، كما يمكن أيضًا أن يزيد النشاط الكهربائى فى حالة التعب العضلى أيضًا مع عدم زيادة القوة العضلية (Scherrer & Bourguigo-non, 1959) . . ، ولقد أكدت دراسة أبو العلا أحمد عبد الفتاح نفس المفهوم (١٩٧٩م). انظر الشكل رقم (٤٠) ، (٤١).

وتلاحظ أيضًا ظاهرة زيادة النشاط الكهربائى كنتيجة لتحسين عملية التزامن فى عمل الوحدات الحركية Synchronization، ويفسر البعض نقص النشاط الكهربائى كنتيجة للتدريب (عند استخدام نفس الحمل البدنى) بزيادة قوة الليفة العضلية الواحدة، وبذلك تزيد قوة العضلة بالرغم من استثارة عدد أقل من الوحدات الحركية (Sacalov et al., 1961) . . ، وقد لوحظت نفس هذه الظاهرة فى دراسة نادية غريب عن التوازن الثابت (١٩٨٦م) . . انظر الشكل رقم (٤٢).





شكل رقم (٤٠)

رسم العضلات الكهربائى

عن : (أبو العلا أحمد عبد الفتاح، ١٩٧٩م).

يوضح الشكل استخدام رسم العضلات الكهربائى فى دراسة التعب العضلى فى حالة العضلة عند توقيت الراحة، وفى حالة بعد التعب .. والأرقام توضح :

(1) قوة الانقباض العضلى بناء على تسجيلها بالطريقة التندوميترية.

(2) رسم العضلات الكهربائى.

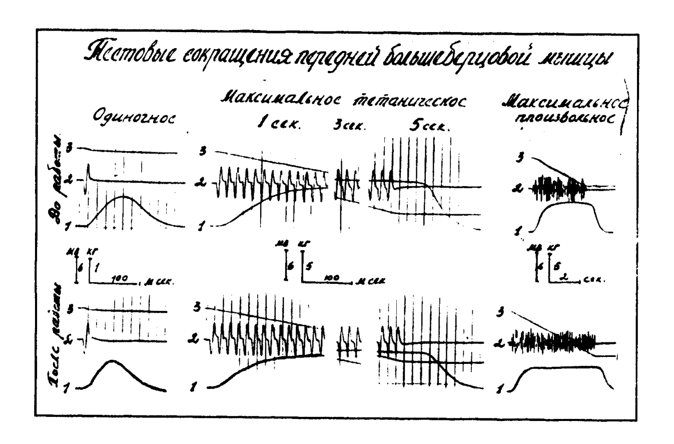
(3) تكامل رسم العضلات الكهربائى.

والشكل الأعلى يوضح الجهاز العصبى العضلى فى حالة الراحة، بينما يوضح الشكل الأسفل حالة الجهاز العصبى العضلى بعد التعب.

الجزء الأول من اليسار يوضح الانقباض العضلى الواحد، والجزء الثانى يوضح الانقباض العضلى المستمر باستخدام التنبيه الكهربائى للعصب (أقصى انقباض إرادى).

الجزء الثالث يوضح أقصى انقباض إرادى للعضلة.

يلاحظ فى الشكل زيادة سرعة سريان الشريط فى حالة الانقباض اللاإرادى. وبذلك يمكن معالجة النشاط الكهربائى يدويًا. أما فى الانقباض الإرادى فقد تم تقليل سرعة سريان الشريط فظهرت الاستجابات الكهربائية للعضلة مجمعة بطريقة يصعب معاملتها يدويًا.



شكل رقم (٤١)

رسم العضلات الكهربائى

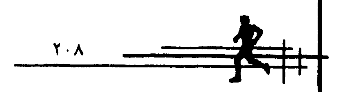
عن : (أبو العلا أحمد عبد الفتاح ١٩٧٩م).

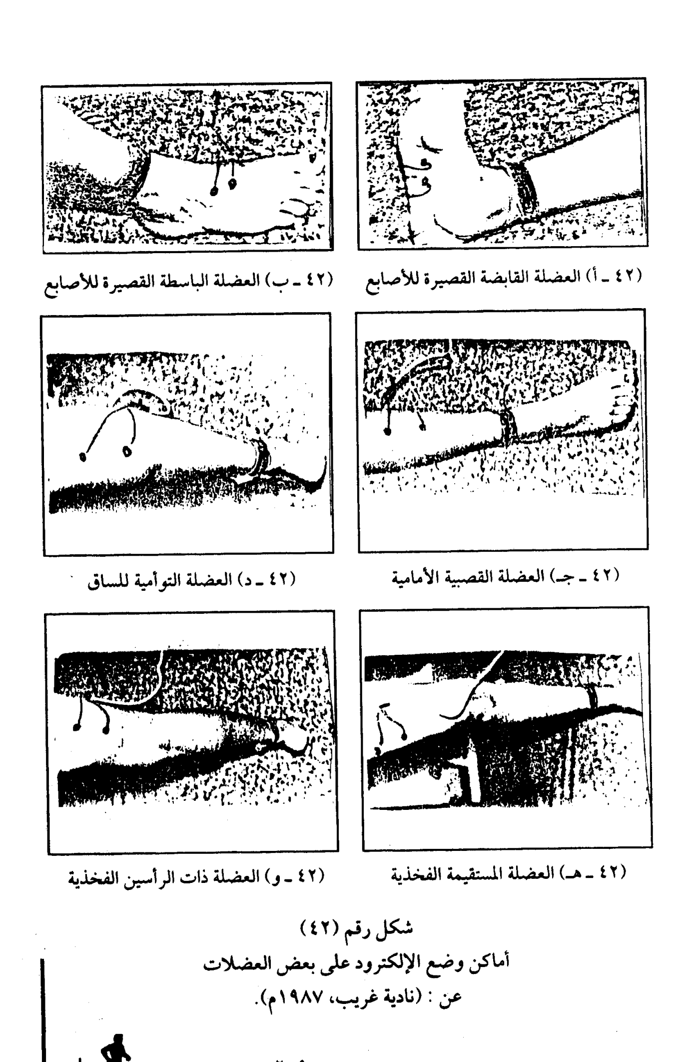
يوضح الشكل الأعلى عمل العضلة القصبيـة الأمامية عند التعب فى حالة العمل العام. بينما يوضح الشكل الأسفل عمل العضلة عند التعب فى حالة العمل الموضعى.

الرقم (1) الميكانوجرام : تسجيل القوة العضلية أثناء العمل من خلال وتر العضلة.

الرقم (2) : تسجيل النشاط الكهربائى للعضلة.

الرقم (3) : تكامل النشاط الكهربائى للعضلة.





(٤٢ ـ أ) العضلة القابضة القصيرة للأصابع
(٤٢ ـ ب) العضلة الباسطة القصيرة للأصابع
(٤٢ ـ جـ) العضلة القصبية الأمامية
(٤٢ ـ د) العضلة التوأمية للساق
(٤٢ ـ هـ) العضلة المستقيمة الفخذية
(٤٢ ـ و) العضلة ذات الرأسين الفخذية

شكل رقم (٤٢)
أماكن وضع الإلكترود على بعض العضلات
عن : (نادية غريب، ١٩٨٧م).

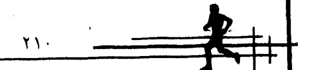
وكما هو معروف أن أهم أسباب توليد قـوة الانقباض العضلى هو تغير عدد الوحدات الحركـية النشطة، وعند زيادة التوتر العضلى يـتم تعبئة وحدات حـركية جديدة. وهذا يعتبـر أكثر تأثيرًا من زيادة معدل الذبذبات للوحدات الحـركية حيث يصاحب ذلك زيادة فى سعات هذه الذبذبات.

هذا، ويمكن أن يقل مـعدل تردد الذبذبات المسجلة فـى حالة تصغـير رسم العضـلات الكهربائى؛ لأن ذلك يؤدى إلى اختفـاء الذبذبات الصغيـرة، وعادة ما يكون معدل التردد عند استخدام الإلكتـرود السطحى للعضلات الكبيرة ما بين ٤٠ - ٦٠ ذبذبة/ ثانيـة ...، ويبلغ زمن الذبذبة الواحـدة ٢٠ ملِّى ثانية. ويتـأثر بمدى المسافـة بين سطحي الإلكترودين، وفى هذه الحـالة يقل هذا الزمن عند استـخدام الإلكترود الداخلى. وعند زيادة قوة الانقباض العـضلى يتأثر معدل التردد بعاملين أحدهما زيادة عدد الإشارات، بمعنى زيادة عدد الخلايا العـصبية الحركية العاملة فى حالة الانقباض العضلى الضعيف فى العضلات الكبيرة.

ويؤدى التزامن للوحدات الحركية إلى تقليل مـعدل التردد، أما العامل الثانى فيـحدث فى حالة الانـقباض الأقـصى أو الأقل من الأقصى. حيث يـزيد التزامن وبالتالى ينخفض مـعدل التردد فى حالة التعب العضلى، وهكذا فـإن معدل التردد يرتبط بطبيعة الناحية الفسيولوجيـة من ناحية، ومن جهة أخرى بالظروف التجريبية بمعنى درجة التكبير المطلوبة عند التسجيل. وقد وضع لامب (Lamb, 1984) بعض التفسيرات لرسم العضلات الكهربائى أثناء التعب نلخصها فيما يلى :

(١) إذا كان النشاط الكهربائى عاليا والعضـلة تعطى أقصى انقباض لها فهذا يدل على أن العضلة أثيـرت بإشارات عصـبية قـوية أو متكررة، وهذا يوضح كفاءة كل من الجهازين العصبى والعضلى.

(٢) أما إذا انخفض النشاط الكهربائى (بعد مـا كان عاليًا) والعضلة تنقبض بنفس القـــوة، فهـذا يدل على تكيف الجهاز العصـبى حيث إنه يعطى الإشـارات العـصـبـية المطـلـوبة واللازمة لإثـارة العضلة وحـدوث الانقباض.



(٣) أما إذا كان النشاط الكهربائى من بداية العمل العضلى ينخفض تدريجيا والعضلة مازالت قوية، فهذا يدل على أن إشارات عصبية قليلة أو ضعيفة قد وصلت للعضلة لتنبهها للانقباض . . ، وعلى هذا يمكن الافتراض بأن الإجهاد قد يكون فى الجهاز العصبى أو فى الاتصال العضلى، وذلك لأن الإشارة العصبية لاتصل إلى العضلة.

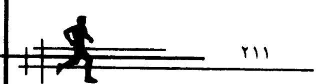
(٤) فى حالة عدم انخفاض النشاط الكهربائى مع انخفاض قوة العضلة، فهذا يدل على حدوث التعب بالعضلة ذاتها . . . حيث إن كفاءة الجهاز العصبى مازالت عالية ويحاول أن يمد العضلة المجهدة بمزيد من الإشارات العصبية لإثارتها وتهيئتها للانقباض ولكن العضلة لا تستجيب.

(٥) إذا لم يتغير النشاط الكهربائى الكلى ولكن التغير حدث فى شكل النشاط الكهربائى - ربما تردد منخفض - فهذا يوضح أن الاتصال العصبى المركزى مستمر فى العمل ولكن إنتاج الجهاز المركزى قد تغير.

استخدامات طريقة رسم العضلات الكهربائى :

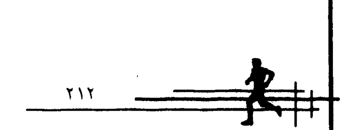
تستخدم طريقة رسم العضلات الكهربائى فى مجالات علمية وتطبيقية مختلفة، حيث لنتائجها فائدة كبيرة فى مجالات الطب والعلاج الطبيعى ودراسات الفضاء ودراسات العمل والمجال الرياضى.

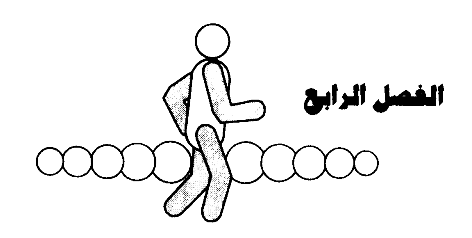
تستخدم طريقة رسم العضلات الكهربائى فى المجال الرياضى من خلال تحديد سعة الاستجابة الكهربائية ومعدل ترددها، ومدى توافق عمل الألياف العضلية. كما يمكن عن طريق هذه الطريقة تحديد زمن فترة الكمون التى تسبق الانقباض العضلى، وكذلك أيضًا فترة الكمون التى تسبق الارتخاء العضلى . . ، حيث يقاس زمن الكمون منذ وصول الإشارات العصبية إلى العضلة وحتى ظهور الذبذبات، بينما تحدد فترة الكمون للارتخاء العضلى بالفترة الزمنية منذ إعطاء إشارة الارتخاء من المختبر حتى ترتخى العضلة وتختفى الذبذبات.



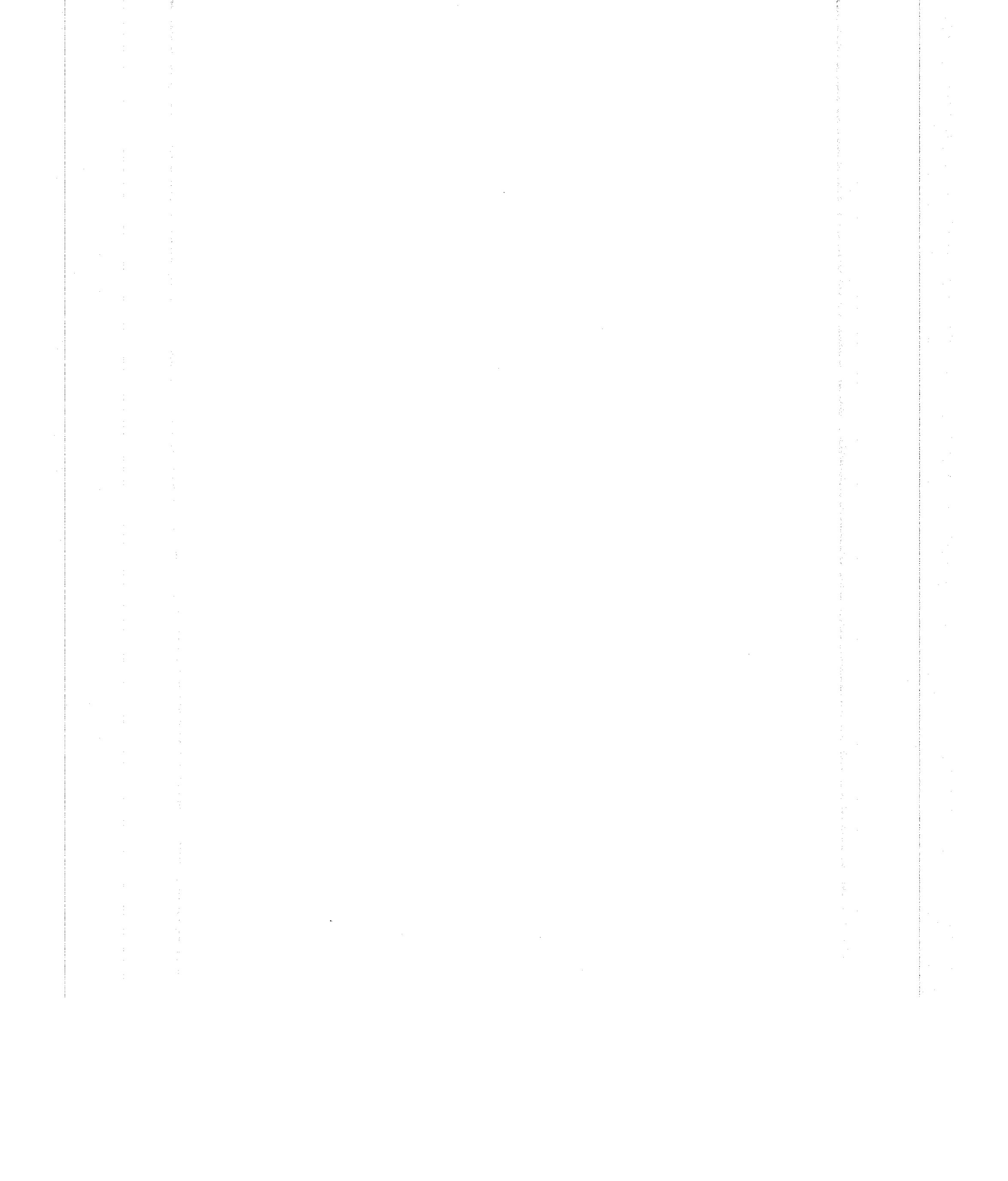
وهذه القياسات تعتبر علامة مهمة للحالة الوظيفية للجهاز العصبى العضلى، فعند الإجهاد أو الإصابة أو المرض (أمراض الجهاز الحركى) تزيد فترة الكمون، وتستخدم هذه المؤشرات فى المجال الرياضى فى عدة اتجاهات لدراسة طرق الأداء المختلفة، أو عند أداء أوضاع الجسم المختلفة، وعند دراسة تأثير التدريب الرياضى على الأداء الفنى للمهارات الحركية.

. . .، وهى فى هذا المجال تعتبر أكثر دقة وموضوعية مقارنة بالطرق التشريحية، كما أنها تستخدم أيضًا عند دراسة مشكلة التعب العضلى، وأداء الحركات الصعبة، وحركات التنفس. واستخدمت أيضًا لتحديد العضلات العاملة فى أنواع السباحة المختلفة تبعًا لاختلاف طريقة الأداء. ومن ضمن استخداماتها تقويم عملية تعلم المهارات الحركية حيث تساعد على اكتساب نظرة شاملة لعملية التغيير التى تصاحب التعلم الحركى.





الطاقة اللاهوائية



الطاقة اللاهوائية

Anaerobic Energy

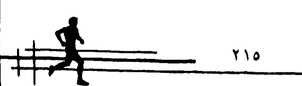
يحصل الجسم على الطاقة من خلال الغذاء الذى يتناوله، حيث يتحول هذا الغذاء إلى طاقة كيمائية تختزن فى الجسم، وتتحرر هذه الطاقة لاستخدامها فى الانقباض العضلى، ولكنها لاتستخدم فى هذا الشكل مباشرة إذ تستغل لتكوين مركب كيميائى هو ثلاثى أدينوزين الفوسفات Adenosin Tri Phosphate (ATP) . . ، هذا المركب الكيميائى يخزن فى جميع خلايا الجسم.

تقوم خلايا الجسم بوظائفها اعتمادًا على الطاقة الناتجة عن انشطار هذا المركب الكيمائى، ولكون هذا المركب يتكون من الإدينوزين بالإضافة إلى ثلاثة أجزاء أقل تركيبًا تسمى المجموعة الفوسفاتية، فإن انشطار المركب يؤدى إلى إنتاج الطاقة بالإضافة إلى ثنائى أدينوزين الفوسفات adinosin diphosphate، ونظرًا لأن كمية ATP تعتبر قليلة، فإن إعادة تكوين ATP تتم بصورة مستمرة أثناء العمل العضلى، وتعتمد عملية إعادة بناء ATP على ثلاثة أنظمة لإنتاج الطاقة هى :

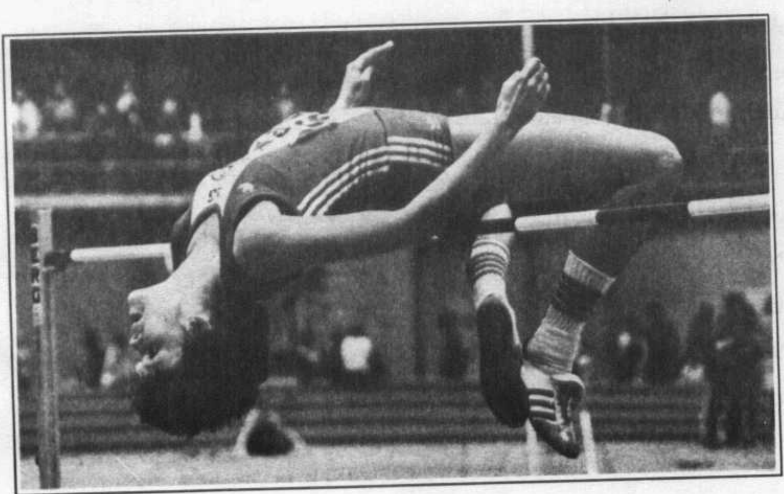
- النظام الفوسفاتى.
- نظام حمض اللكتيك.
- نظام الأكسچين.

وتختلف هذه الأنظمة الثلاثة تبعًا لاعتمادها على الأكسچين خلال عمليات إنتاج الطاقة. فالنظام الفوسفاتى ونظام حمض اللاكتيك لايعتمدان على الأكسچين، حيث تقوم العضلات بإنتاج الطاقة خلالهما بدون الأكسچين، لذلك يطلق عليهما الطاقة اللاهوائية، أما النظام الثالث فيعتمد على الأكسچين ويطلق عليه النظام الهوائى أو الطاقة الهوائية.

ولايستطيع النظام الهوائى تلبية سرعة احتياج العضلات إلى الطاقة عند أداء الأنشطة السريعة القوية، حيث يحتاج زيادة استهلاك الأكسچين إلى فترة من ٢ - ٣ دقائق.



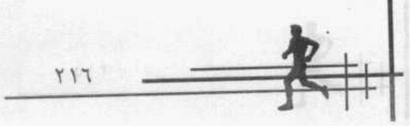
- ترتبط قدرة الرياضى وبخاصة فى أداء الأنشطة البدنية السريعة مثل الوثب، والعدو، ودفع الجلة، وقذف القرص، ورمى الرمح، والبدء السريع على قدرته على إنتاج طاقة سريعة، أى أداء أقصى عمل عضلى فى أقل زمن ممكن، (انظر الشكل رقم ٤٣).



شكل رقم (٤٣)
الوثب ...، يتطلب إنتاج الطاقة السريعة

وفى هذه الحالة فإن النظام الفوسفاتى لإنتاج الطاقة هو الذى يعمل فى هذه الأنشطة التى تتميز بالأداء السريع خلال فترة أقل من ٣٠ ثانية.

غير أن بعض الأنشطة الرياضية الأخرى قد تستمر لفترة زمنية أكثر من ذلك (أكثر من ٣٠ ثانية)، وتمتد لتصل إلى حوالى دقيقتين وبذلك تفوق حدود النظام الفوسفاتى، حيث تعتمد على نظام حمض اللاكتيك ....، إذ يتم إنتاج الطاقة عن طريق الجليكوجين الموجود بالعضلات والذى يتحول إلى حامض اللاكتيك خلال عمليات إنتاج الطاقة اللاهوائية، وبهذا يمكن ملاحظة أن عمليات إنتاج الطاقة اللاهوائية فى الجسم أثناء النشاط الرياضى يمكن أن تنقسم إلى جانبين هما :



١ ـ القدرة اللاهوائية Anaerobic Power :

حيث يتم إنتاج الطاقة فى أقل زمن ممكن لأداء عمل عضلى قصير اعتماداً على نظام الفوسفات، وتعتبر قياسات القدرة اللاهوائية هى بمثابة قياسات الحد الأقصى لعمليات التمثيل الغذائى اللاهوائية لإنتاج الطاقة.

٢ ـ التحمل اللاهوائى Anaerobic Endurance :

ويمثل قدرة العضلات على القيام بانقباضات عضلية بالحد الأقصى لها خلال فترة زمنية اعتباراً من ١٠ ثوانى حتى دقيقتين، وهنا يكون الاعتماد أساسًا على نظام حامض اللاكتيك لإنتاج الطاقة.

مما سبق يتضح أن إنتاج الطاقة اللاهوائية يمتد ليصل إلى حوالى دقيقتين مما يعطى مدى متسعا للسعة الهوائية.

السعة اللاهوائية Anaerobic Capacity

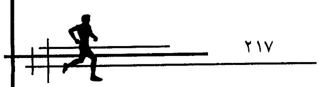
خلافًا للتقسيم السابق الخاص بالقدرة اللاهوائية والتحمل اللاهوائى فقد قسم العلماء (Bouchard et al., 1991) السعة اللاهوائية إلى ثلاثة أقسام تبعًا لفترة دوامها (وضع التقسيم لأغراض القياس) هى :

١ ـ السعة اللاهوائية القصيرة Short-term Anaerobic :

تتضمن الأداء الرياضى الذى يستمر لفترة زمنية قصيرة حوالى عشر ثوانى أو أقل. واختبارات هذا النوع من السعة اللاهوائية القصيرة تهدف إلى قياس كفاءة العضلات اللاهوائية بدون حمض اللاكتيك، وهذا يعنى نظام إنتاج الطاقة الذى يعتمد على تكوين ATP اعتماداً على فوسفات الكرياتين PC ودون تكسير الجليكوچين؛ ولذلك لايوجد حمض اللاكتيك، وهذا عادة يكون فى الأداء العضلى الذى يتميز بالسرعة والقوة القصوى أو الأنشطة التى تتميز بالقوة المتفجرة.

٢ ـ السعة اللاهوائية المتوسطة Intermediate Anaerobic :

فى هذا النوع من السعة اللاهوائية تتراوح الفترة الزمنية لأداء العمل العضلى ما بين ٢٠ ـ ٥٠ ثانية . . . ، حيث تسمح هذه الفترة بعمل القدرة اللاهوائية اللاكتيكية، أى التى تعتمد على نظام حامض اللاكتيك Lactic Acid.



٣ ـ السعة اللاهوائية الطويلة Long-term Anaerobic :

فى هذا النوع من السعة اللاهوائية تتراوح الفترة الزمنية لأداء العمل من ٦٠ إلى ١٢٠ ثانية، والقياس فى حدود هذه الفترة يتعـامل مع ما يسمى بالسعة الهوائية الكلية Total anaerobic capacity والتحمل اللاهوائى anaerobic endurance .

اختبارات السعة اللاهوائية

Tests of Anaerobic Capacity

أولا ـ الاختبارات اللاهوائية القصيرة

Short - Term Anaerobic Tests :

١ ـ اختبار الدرج لمارجاريا Margaria Staircase Test :

يتطلب استخدام هـذا الاختبار مدرج ارتفاع الدرجة به ١٧٥ مم ومـفتاحين يتصلان بساعة إيقاف تقيس حتى ١٠٠/١ ثانية.

يقف المختبر عـلى مسافة مترين من المدرج . . ، عند سـماع الإشارة يجرى بأقصى سرعة تجـاه المدرج محاولا الصعود بنفس معدل السـرعة بحيث يتخطى فى كل خطوة درجتين من درجات المدرج.

يوضح المفتاح الأول المتصل بالساعة على المدرج الثامن، والمفتاح الثانى على المدرج الثانى عشر . . . ، حيث يجب أن يضغط عليهما اللاعب بقدمه فى الخطوة الرابعة والخطوة السادسة (الأول لتشغيل الساعة والثانى لإيقافها).

تستخرج القدرة اللاهوائية بدون اللاكتيك بواسطة المعادلة التالية :

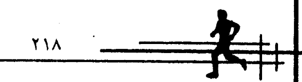
$$\text{القدرة اللاهوائية}^{*} = \frac{\text{وزن اللاعب} \times 9,8 \times \text{المسافة العمودية بين مكانى مفتاحى الساعة}}{\text{زمن قطع المسافة بين مفتاحى ساعة الإيقاف}}$$

٢ ـ اختبار القدرة لمارجاريا ـ كالامن Margaria - Kalamen Power Test :

يعتـبر هذا الاختـبار تطويراً لاختـبار مارجـاريا السابق ذكـره وذلك بغرض إحداث إنتاج أكثر للقدرة.

(*) ٩,٨ هى سرعة الجاذبية الأرضة العادية (متر/ ثانية).

حسب ثبات Reliability هذا الاختبار فبلغ ٠,٨٥ (باستخـدام أسلوب الاختبار ـ إعادة الاختبار Test-retest).



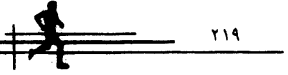
نفس شروط ومواصفات اختبار مارجريا السابق ذكره باستثناء أن المختبر **يقف على بعد ٦ أمتار أمام المدرج، ثم يقوم بالجرى بأقصى سرعة لصعود الدرج بحيث** يأخذ ثلاث درجات فى الخطوة الواحدة، يوضع مفتاح تشغيل ساعة الإيقاف على الدرجة الثالثة، ومفتاح الإيقاف على الدرجة التاسعة (متوسط ارتفاع الدرجة ١٧٤ مم). وتحسب النتائج بنفس المعادلة السابق ذكرها فى اختبار مارجاريا، انظر الشكل رقم (٤٢).

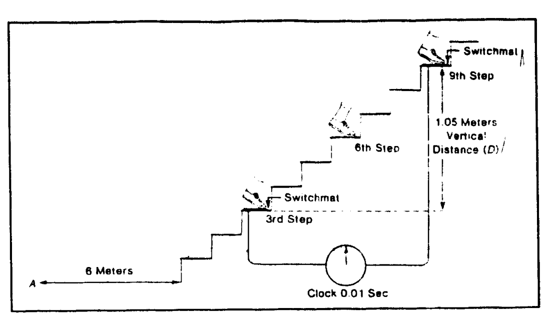
الجدول رقم (٣٦) يوضح معايير اختبار مارجاريا ـ كالامن للذكور والإناث.

جدول رقم (٣٦)
معايير اختبار مارجاريا ـ كالامن
لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة (للجنسين)

	العمر / المستوى*	١٥ - ٢٠	٢١ - ٣٠	٣١ - ٤٠	٤١ - ٥٠	أكثر من ٥٠
معاييـر الذكـور						
الذكـور	سيئ	أقل من ١١٣	أقل من ١٠٦	أقل من ٨٥	أقل من ٦٥	أقل من ٥٠
	مقبول	١١٣ ـ ١٤٩	١٠٦ ـ ١٣٩	٨٥ ـ ١١١	٦٥ ـ ٨٤	٥٠ ـ ٦٥
	متوسط	١٥٠ ـ ١٨٧	١٤٠ ـ ١٧٥	١١٢ ـ ١٤٠	٨٥ ـ ١٠٥	٦٦ ـ ٨٢
	جيد	١٨٨ ـ ٢٢٤	١٧٦ ـ ٢١٠	١٤٤ ـ ١٦٨	١٠٦ ـ ١٢٥	٨٣ ـ ٩٨
	ممتاز	أكثر من ٢٢٤	أكثر من ٢١٠	أكثر من ١٦٨	أكثر من ١٢٥	أكثر من ٩٨
معاييـر الإناث						
الإنـاث	سيئ	أقل من ٩٢	أقل من ٨٥	أقل من ٦٥	أقل من ٥٠	أقل من ٣٨
	مقبول	٩٢ ـ ١٢٠	٨٥ ـ ١١١	٦٥٦ ـ ٨٤	٥٠ ـ ٦٥	٣٨ ـ ٤٨
	متوسط	١٢١ ـ ١٥١	١١٢ ـ ١٤٠	٨٥ ـ ١٠٥	٦٦ ـ ٨٢	٤٩ ـ ٦١
	جيد	١٥٢ ـ ١٨٢	١٤١ ـ ١٦٨	١٠٦ ـ ١٢٥	٨٣ ـ ٩٨	٦٢ ـ ٧٥
	ممتاز	أكثر من ١٨٢	أكثر من ١٦٨	أكثر من ١٢٥	أكثر من ٩٨	أكثر من ٧٥

(*) Poor, Fair, Averge, Good, Excellent.





شكل رقم (٤٤)

اختبار مارجاريا ـ كالامن لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة

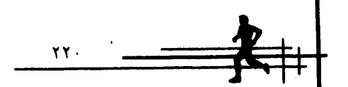
٣ ـ اختبار الوثب لسارجنت Sargent Jump Test :

يستخدم فى هذا الاختبار شريط قياس وحائط بارتفاع مناسب ووعاء به ماء.

يقف المختبر بحيث يواجه الحائط بكتفه اليمنى (أو كتف الذراع المميزة)، يقوم المختبر برفع ذراعه التى جهة الحائط (بعد غمس أصابع اليد فى الماء) لعمل علامة على الحائط عند أقصى نقطة تصل إليها الأصابع. يقوم المختبر بمرجحة الذراعين أسفل مع ثنى الركبتين نصفًا، ثم مرجحتهما أمامًا عاليًا مع مد الركبتين عموديًا للوثب لأعلى؛ لعمل العلامة الثانية بيد الذراع المجاورة للحائط عند أقصى نقطة تصل إليها الأصابع، انظر الشكل رقم (٤٥).

يعطى المختبر ثلاث محاولات يسجل له أفضلها، وتُعبِّر المسافة بين العلامة الأولى والعلامة الثانية بالسنتيمتر عن القدرة اللاهوائية القصيرة للمختبر.

يجب ملاحظة أن وزن اللاعب له دورا مهم فى نتائج هذا الاختبار، ولذا فى حالة ما إذا وثب شخصان مسافة متساوية فإن أكثرهما وزنًا هو الأفضل.



٤ ـ اختبار الوثب المعدل لسارجنت Modified Sargent Jump Test :

تمكن أبولوجوف من ابتكار حـزام يربط على وسط اللاعب لحساب مـسافة الوثب العمـودى، والغرض من هذا التـعديل زيادة دقة وصـدق اختبـار سارجنت للوثب انظر الشكل رقم (٤٦).

٥ ـ اختبار نوموجرام لويس Lewis Nomogram Test :

نظرًا لأهمية عامل الوزن فى اختبـارات الوثب، فقد تمكن لويس من تصميم مخطط بيانى Nomogram يمكن بواسطته تحـديد القدرة اللاهوائية مبـاشرة بدلالة وزن اللاعب ومسافة الوثب العمودى التى يمكن تسجيلها من اختبار سارجنت.

التـدريج الأيمن من الشكل يمـثل وزن اللاعب Weight، التدريج الأيسر يمثل مسافة الوثب (Distance) التى سجلها اللاعب. عند التوصيل بين العمودين يتم الحصـول على قيمة القـدرة اللاهوائية القصـيرة مباشـرة على التدريج الأوسط (Power).

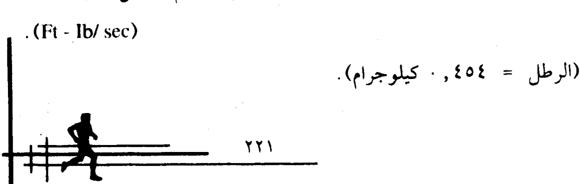
مثال : (باستخدام المقاييس المترية Metric Units Formula) :

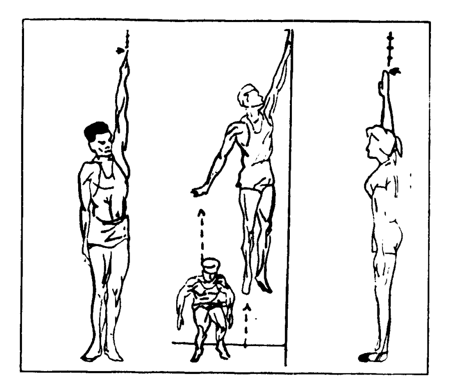
- وزن اللاعب = ٨٢ كيلوجرام.
- مسافة الوثب = ٦١ سم.
- القدرة اللاهوائية القصيرة = ١٤٢ كيلوجرام - متر/ثانية (Kg-m / sec).

والمثال (باستخدام المقاييس الإنجليزية English Units Formula) :

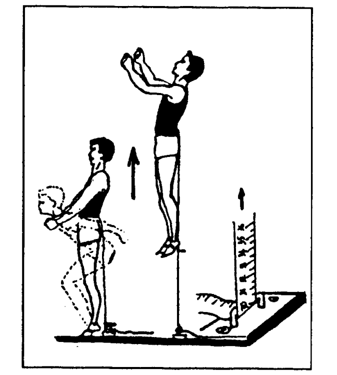
- وزن اللاعب = ١٨٠ رطلا.
- مسافة الوثب = ٢٤ بوصة.
- القدرة اللاهوائية القصيرة = ١٠٢٥,١٢ تقريبًا قدم - رطل/ثانية (Ft - lb/ sec).

(الرطل = ٤٥٤, ٠ كيلوجرام).

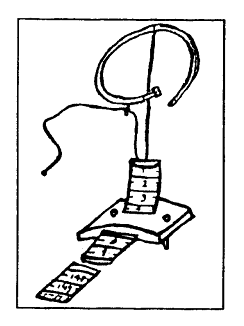




شكل رقم (٤٥)
اختبار سارجنت للوثب

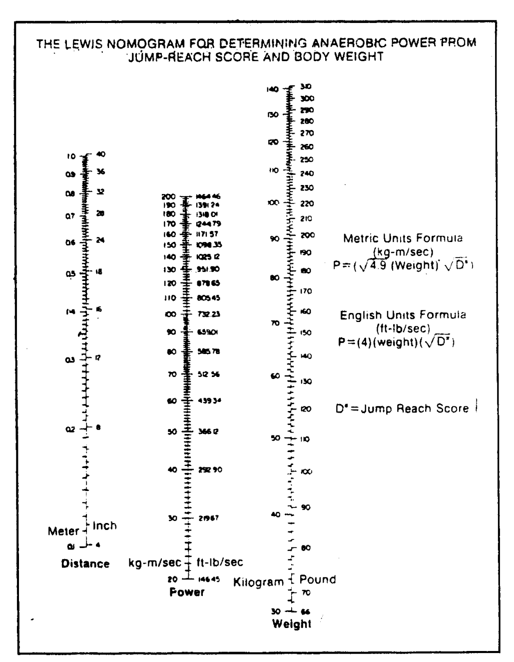


(شكل رقم ٤٦ ـ أ)
اختبار الوثب المعدل لسارجنت
عن : (محمد صبحى حسانين، ١٩٩٥م)



(شكل رقم ٤٦ ـ ب)
حزام أبولوجوف
عن : (محمد صبحى حسانين، ١٩٩٥م)

شكل رقم (٤٦)
اختبار الوثب المعدل لسارجنت
باستخدام حزام أبولوجوف



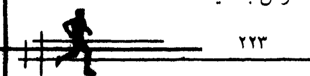
شكل رقم (٤٧)

نوموجرام لويس

٦ ـ اختبار العدو ٥٠ ياردة 50 - Yard Sprint :

يؤدى هذا الاختبار باستخـدام البدء المتحرك من على بعد ١٥ ياردة من خط البداية.

فى هذا الاختبار يجرى المختبر بأقصى سرعة من خط التحرك (على بعد ١٥ ياردة من خط البداية)، وعند وصول اللاعب إلى خط البداية يتم البدء فى حساب الزمن (تشغيل الساعـة) وعند وصول اللاعب إلى خط النهاية (على بعد ٥٠ ياردة من خط البداية) يتم إيقاف الساعة ويحسب الزمن بالثانية.



وجدت علاقة عالية بين هذا الاختبار واختبار مارجاريا - كالامن، حيث بلغ معامل الارتباط بينهما ٩٧٤, ٠ . ولكن هذا الاختبار يتميز بسهولته وقلة الإمكانيات المستخدمة فيه . . ، وهو من الاختبارات الصالحة لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة للاعبى كرة القدم وكرة السلة.

٧ - اختبار السير المتحرك (التريدميل) Treadmill Test :

يمكن استخدام العدو على جهاز السير المتحرك لفترات زمنية ١٥ ث، ٣٠ث، ٤٥ ث، ٦٠ ثانية لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة، وفى هذه الحالة يمكن قياس استهلاك الأكسجين، وكذلك تحليل حامض اللاكتيك فى الدم الوريدى لدراسة الطاقة اللاهوائية بدون اللاكتيك، (انظر الشكل رقم ٤٨).

٨ - اختبار الثوانى العشر لكيوبيك Quebec 10 - Second Test :

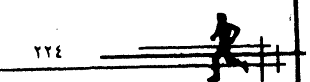
يؤدى هذا الاختبار على جهاز الدراجة الأرجومترية Ergometer طراز مونارك المعدل Modifid Monark، وتسجل الخلية الضوئية الكهربائية Photoelectric Cell كل ثالث لفة للإطار وتحول الناتج إلى الميكروبروسيسور Microprocessor، ويقوم جهاز فرق الجهد Potentiometer المرتبط بالجهاز بتسجيل الحمل البدنى. ويقوم جهاز الضبط الكهربائى Electrical Timing System بالتحكم فى تحويل النتائج إلى الميكروبروسيسور، ويسجل العمل الكلى لكل ثانية. ويتم تحديد حجم الشغل تبعًا لوزن الجسم (حوالى ٩ , ٠ كيلوبوند/ كيلوجرام) ولكن يمكن ضبطها أثناء فترة التبديل بحيث يمكن للشخص الحفاظ على سرعة تبديل عالية لمدة ١٠ - ١٦ متر/ ثانية.

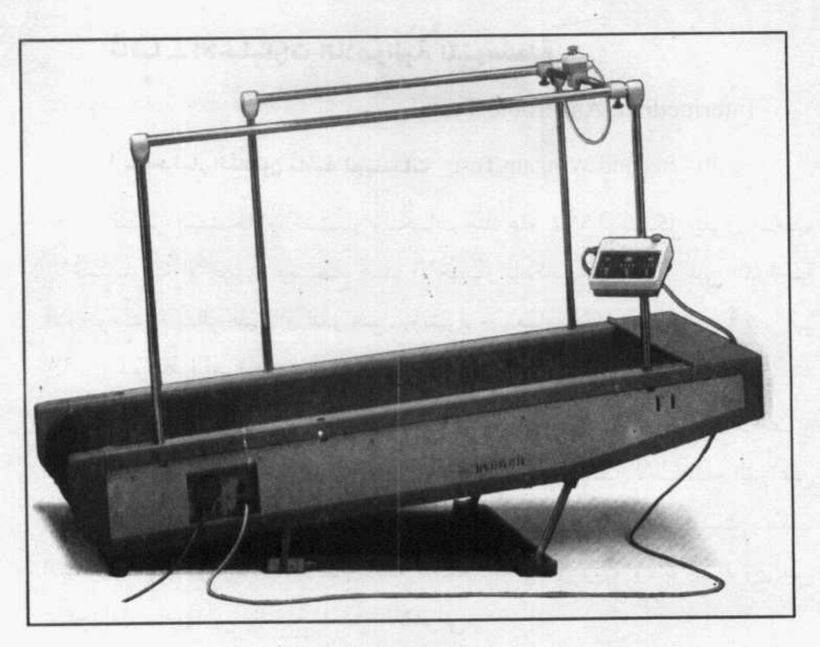
يتكون الاختبار من أداء التبديل على الأرجومتر لمدة عشر ثوانى لمرتين (كل منهما عشر ثوانى، بينهما راحة قدرها عشر دقائق).

ويراعى فى الأداء ما يلى :

١ - التبديل من وضع الجلوس دائمًا.

٢ - فى البداية يكون التبديل بمعدل ٨٠ تبديلة/ دقيقة، ويتم خلال فترة من ٢ - ٣ ثوانى (ضبط المقاومة المناسبة).





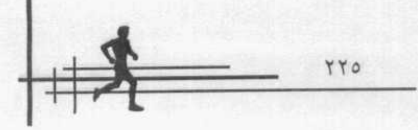
شكل رقم (٤٨)
جهاز السير المتحرك

٣ ـ مع إعطاء أمر (ابدأ) يتم التبديل بأسرع ما يمكن لمدة عشر ثوانى، يتم تكرار الاختبار لعشر ثوانى أخرى بعد فترة راحة بينية قدرها عشر دقائق.

النتائج :

تسجل النتائج بوحدة قياس الچول Joule، أو چول لكل كيلوجرام من وزن الجسم خلال أفضل أداء خلال الثوانى العشر، ويسجل أعلى شغل ناتج خلال الثانية الواحدة، ويحسب التعب بالنسبة بين مقدار ما يتم تسجيله فى آخر ثانية فى فترة الثوانى العشر وأعلى شغل خلال الثانية الواحدة.

هذا وقد بلغ معامل ثبات هذا الاختبار ٠,٩٨ عند الأداء باستخدام الچول كوحدة قياس (Simoneau et al., 1983).



ثانيًا ــ الاختبارات اللاهوائية المتوسطة

Intermediate Anaerobic Tests

١ ــ اختبار الثلاثين ثانية لوينجات 30 - Second Wingate Test :

انتشر استخدام اختبار وينجات منذ عام ١٩٧٤ بشكل يفوق معظم الاختبارات الأخرى، ويتمتع هذا الاختبار بإمكانية التبديل على الدراجة الأرجومترية بالرجلين أو الذراعين، ويتراوح معامل ثباته ما بين ٠,٩٠ إلى ٠,٩٨ لمتوسط القدرة وقمة القدرة.

يمكن أداء الاختبار بالتبديل بالرجلين على جهاز دراجة الأرجوميتر من طراز فليش Fleish أو مونارك المعدل Modified Monark، وبالنسبة لاستخدام الذراعين يستخدم أرجوميتر فليش للذراعين The Arm - testing mode حيث يتطلب استخدام جهاز مونارك تعديلات خاصة لاستخدامه بالذراعين، ولاتوجد فروق بين استخدامات الجهازين بالنسبة للعمل اللاهوائى.

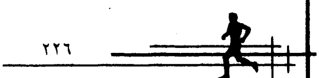
يطلب من المختبر التبديل بأقصى سرعة ممكنة لمدة ٣٠ ثانية، ويتم ضبط المقاومة خلال فترة ٣ ـ ٤ ثانية.

بالنسبة للمقاومة للبالغين تستخدم مقاومة مقدارها ٤٥ جرام/ كيلوجرام من وزن الجسم وذلك فى حالة استخدام التبديل بالرجلين بواسطة جهاز فليش، ومقاومة مقدارها ٧٥ جرام/ كيلوجرام فى حالة استخدام التبديل بالرجلين بواسطة جهاز مونارك.

فى حالة استخدام التبديل بالذراعين تستخدم مقاومة مقدارها ٣٠ جرام/ كيلوجرام بواسطة جهاز فليش، ومقاومة مقدارها ٥٠ جرام/ كيلوجرام لجهاز مونارك، هذا ويمكن زيادة هذه المقاومة مع الأفراد المدربين.

النتائج :

يوصى أصحاب الاختبار باستخدام مؤشرات الأداء الثلاثة التالية :



ـ **متوسط القدرة** Mean Power :

وتعرف بأنها متوسط الشغل كله خلال فترة الثلاثين ثانية.

ـ **قمة القدرة** Peak Power :

وتعرف بأنها أعلى قدرة خلال فترة خمس ثوانى.

ـ **فهرست التعب** Fatigue Index :

ويعرف بأنه الفرق بين قمة القدرة وأقل قدرة خلال خمس ثوانى والتى تقسم عليها.

٢ ـ اختبار دى برون ـ برفوست للحمل الثابت :

De Bruyn - Prévost Constant - Load Test

فى هذا الاختبار يستخدم أسلوب العمل حتى التعب باستخدام حمل بدنى ثابت، ويؤدى العمل على جهاز الدراجة الأرجومترية مع جهاز ضبط التوقيت (المترونوم) Metronome.

طريقة الأداء :

تحدد المقاومة للذكور بمقدار ٤٠٠ وات، وللإناث بمقدار ٣٥٠ وات، كما أن إيقاع البدال للذكور ١٢٤ إلى ١٢٨ تبديلة فى الدقيقة، وللإناث ١٠٤ ـ ١٠٨ تبديلة فى الدقيقة.

تتم زيادة الحمل عن طريق زيادة المقاومة خلال أول خمس ثوانى من ٥٠ إلى ٤٠٠ وات للذكور، ومن ٥٠ إلى ٣٥٠ وات للإناث، ويتوقف الفرد عن الأداء حينما لايتمكن من العمل تبعًا للتوقيت المحدد.

النتائج :

يسمى الوقت اللازم للوصول إلى إيقاع التبديل وقت التأخير Dealy Time، ويسمى الوقت المستغرق فى العمل كله الوقت الكلى Total Time، ويقسم الوقت الكلى على وقت التأخير لاستنتاج الفهرست Index.

ويستخدم الفهرست وتركيز حامض اللاكتيك لتقويم التحمل اللاهوائى والأداء.

ثالثًا ـ الاختبارات اللاهوائية الطويلة

Long - Term Anaerobic Tests

١ ـ اختبار الوثب العمودى لمدة ٦٠ ثانية

: 60 - Second Vertical Jump Test

يقوم المختبر فى هذا الاختبار بتوالى الوثب العمودى لأعلى ما يمكن خلال فترة ٦٠ ثانية، ويمكن استخدام جهاز قياس الجهد الثابت Ergojump المعد لهذا الغرض، حيث يمكن أن يقيس هذا الجهاز زمن الطيران إلكترونيا، ويتم تسجيل زمن كل وثبة ويجمع الزمن للوثبات خلال فترة ٦٠ ثانية.

يجب أن يثب المختبر باستمرار خلال فترة الـ ٦٠ ثانية بحيث تكون الركبتان منثنيتين ٩٠ درجة، واليدان على امتدادهما بجانب الفخذين .. وتحسب القدرة بالمعادلة التالية :

القدرة الميكانيكية (وات/ كجم) =

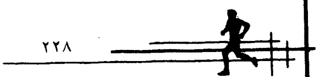
$$\frac{\text{٩,٨ × مجموع زمن الطيران خلال الوثبات كلها × ٦٠}}{\text{٤ × عدد الوثبات خلال ٦٠ ثانية (٦٠ ـ مجموع زمن الطيران خلال الوثبات كلها)}}$$

هذا ويمكن دراسة التغيرات التى تحدث فى الزمن كل ١٥ ثانية أثناء الاختبار، ويمكن باستخدام نفس الجهاز تصميم اختبارات أقصر أو أطول فى فتراتها الزمنية.

ثبات هذا الاختبار بلغ ٠,٩٥ .

٢ ـ اختبار التسعين ثانية لكيوبيك Quebec 90- Second Test :

يستخدم فى هذا الاختبار جهاز أرجومتر مونارك المعدل Modified Mon-ark، حيث تسجل الخلية الضوئية الكهربائية كل لفة ثالثة للإطار، وتحول الناتج إلى ميكروبروسيسور، ويقوم جهاز فوق الجهد بتسجيل حمل الشغل.



ويقوم جهاز التـوقيت الكهربائى بضبط تحويل النتائج إلـى الميكروبروسيسور ويحسب الشغل الكلى المنفذ كل ثانية، ويتـحدد حمل الشغل بناء على وزن الجسم (حوالى ٠,٠٥ كيلوبوند/ كيلوجرام) ولكن يتم ذلك يدويًا أثـناء الاختبار للحفاظ على السرعـة ما بين ١٠ إلى ١٦ مـتر/ثانية، ويتـضمن الاختـبار الأداء لمدة ٩٠ ثانية، ويقوم المختبر بما يلى :

- التبديل من وضع الجلوس.

- التبديل بمعدل ٨٠ تبديلة/ دقيقـة منذ أول لحظة للعمل، مع ضبط مقاومة الحمل البدنى خلال ٢ - ٣ ثانية بواسطة المشرف على الاختبار.

- عند سماع الأمر بالبـدء يتم التبديل بسرعة عاليـة بحوالى ١٣٠ تبديلة فى الدقيقة خلال أول ٢٠ ثانية، ثم بأسرع ما يمكن بعد ذلك.

تحسب النتـائج بالوات لكل كيلوجرام من وزن الجسم بأعـلى قدرة خلال ٥ ثوانى، ويتم تسجيل الـقدرة كل ٥ ثوانى للاستفادة من ذلك عند دراسـة فهرست التعب بالمقارنة للنسبة بين القدرة الناتجة خلال أول ٣٠ ثانية وآخر ٣٠ ثانية أو ثانى ٣٠ ثانية، أى من ١ - ٣٠ ثانية بالفترة من ٣١ - ٦٠ ثانية، أو ٦١ - ٩٠ ثانية.

وجد أن معامل الثبات لهذا الاختبار قد بلغ ٠,٩٩ .

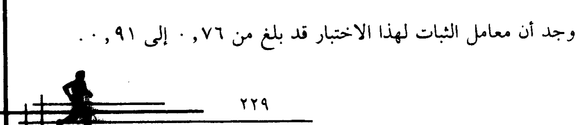
٣ - اختبار السير المتحرك لكوننجهام وفولكنز

Cunningham and Foulkner Treadmill Test :

يتطلب هذا الاختبار أن يقوم المختبر بالجـرى بأقصى سرعة على جهاز السير المتحرك بزاوية ٢٠٪، وسرعة ٨ ميل/ساعة، ويسجل زمن العمل حتى التعب.

كما يمكن أن يتضمن هذا الاختبار تحـديدا لتركيز حامض اللاكتيك فى الدم الوريدى فى الدقيقة الخامسة والدقيقة الثانية عشرة بعد العمل.

وجد أن معامل الثبات لهذا الاختبار قد بلغ من ٠,٧٦ إلى ٠,٩١ .



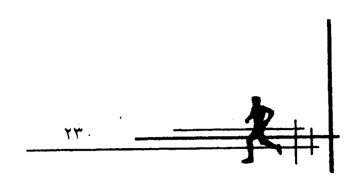
٤ ـ اختبار أقصى ١٢٠ ثانية :

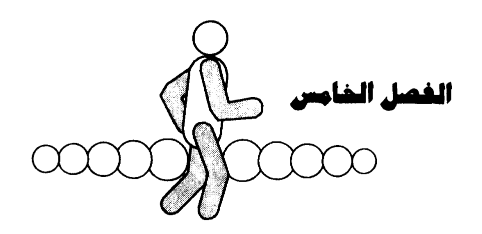
يحتاج الاختبار إلى الدراجة الأرجومترية من طراز مونارك وجهاز حاسب كهربائى Electricaly Triggerd Counter. شدة الحمل أو مقاومة الحمل ٤٣ كيلوبوند لفة، أو ٥,٦ كيلوبوند على لوحة الأرجوميتر. فترة الأداء ١٢٠ ثانية.

مع الإشارة يقوم الفرد بالتبديل بأسرع ما يمكن، ويتم ضبط شدة الحمل خلال فترة ١,٥ دقيقة، ولايخبر الفرد المختبر عن مدة الاختبار حيث يخبر فقط بأن زمن الاختبار قصير جدًا، هذا ويجب على المختبر أن يؤدى الاختبار بأقصى سرعة ممكنة.

يحسب الشغل خلال فترة العمل الكلية، وكذلك يحسب الحد الأقصى للشغل خلال أول ست ثوانى.

بلغ معامل ثبات هذا الاختبار ٠,٩٢.





الطاقة الهوائية



تتميز الأجسام الحية بقدرتها على إنتاج الطاقة من خلال عمليات تبادل المواد بينها وبين البيئة الخارجية، حيث يحصل الجسم من البيئة على المواد الغذائية المختلفة، وهذه المواد غنية بمصادر الطاقة فى شكلها الكيميائى «الكربوهيدرات، والدهون» وتتحول هذه المواد من خلال الهضم إلى مواد بسيطة يقوم الجسم بتخزينها أو استهلاكها كمصادر للطاقة اللازمة، بالإضافة لذلك يحصل الجسم أيضًا على مواد غذائية أخرى ولكنه يستخدمها فى بناء وتحديث الخلايا والأنسجة وبناء الإنزيمات والهرمونات مثل البروتينات والأملاح المعدنية والفيتامينات والماء.

وبذلك تكون عمليات التمثيل الغذائى بالجسم هى العمليات الفسيولوجية المسئولة عن إنتاج الطاقة.

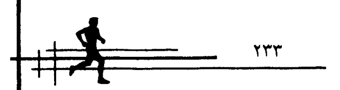
ماهية الطاقة الحيوية

الطاقة مفهوم عرفه الإنسان الأول حين أشعل النار ورفع الأثقال، فهى القوة المحركة، وهى الجهد المبذول، وهى الحيوية، وهى الحركة، وهى الحرارة.

وتعتبر الشمس هى المصدر الأم للطاقة فى الكون، فالشمس تمد الأرض بأسباب الطاقة التى تخزن فيها على أشكال مختلفة، فتحتوى أوراق النبات الخضراء على جزء من هذه الطاقة لتكون فى شكلها الكيميائى، وعندما يتناول الإنسان النبات فى طعامه فإن الطاقة تدخل إلى جسمه من خلال هذه النباتات (مواد كربوهيدراتية أو دهنية) وتخزن هذه الطاقة فى جسم الإنسان وتظهر فى شكل إنتاج حرارى أو انقباضات عضلية تساعد الإنسان على الحركة والحياة.

وللطاقة ستة أشكال مختلفة هى الطاقة الميكانيكية، والكهربائية، والكيميائية، والحرارية، والضوئية، والذرية.

والطاقة لاتفنى، ولكنها تغير أشكالها من شكل إلى آخر، وفى جسم الإنسان تخزن الطاقة فى شكلها الكيميائى على شكل مواد غذائية كربوهيدراتية ودهنية ومواد فوسفاتية، وتحول إلى طاقة حرارية وميكانيكية أثناء الانقباض



العضلى، كما تستخدم الطاقة فى شكلها الكهربائى لتوصيل الإشارات العصبية الحركية والحسية.

ويمكن تعريف الطاقة بأنها السعة أو المقدرة على أداء شغل (*) ويلاحظ فى التعريف أن كلمة شغل Work تعنى تطبيق القوة لمسافة معينة، بمعنى أن هناك ارتباطا بين الطاقة والشغل، علما بأن الانقباض العضلى الثابت أيضًا ينتج عنه شغل لأن هناك طاقة مبذولة.

طرق قياس استهلاك الطاقة

لقياس الطاقة فى الجسم تستخدم طرق عديدة، بعضها مباشر direct والآخر غير مباشر indirect .

فى الطرق المباشرة يعتمد على قياس الطاقة الحرارية الناتجة عن الأداء مباشرة بالسعرات الحرارية، أما عند استخدام قياسات الأكسجين المستهلك فهذا يعتبر قياسا للطاقة بشكل غير مباشر، حيث يتم تحديد الطاقة المستهلكة بتحويل لترات الأكسجين المستهلك إلى ما يقابلها من السعرات الحرارية.

لذلك فإن قياس الطاقة عن طريق تحديد مقدار الأكسجين المستهلك تعد قياسات غير مباشرة. وهناك ثلاث طرق أساسية لقياس الطاقة هى :

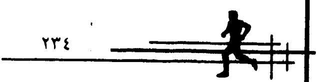
١ ـ قياس الحرارة الناتجة عن الجسم (القياس الكالوريمترى المباشر) ويعبر عنه بالسعرات الحرارية.

٢ ـ قياس استهلاك الأكسجين (القياس الكالوريمترى التنفسى غير المباشر) ويعبر عنه باللتر أو الملِّى لتر.

٣ ـ تحديد السعرات الحرارية للمواد الغذائية التى يتناولها الإنسان (القياس الكالوريمترى للعناصر الغذائية غير المباشرة).

ويعتبر استخدام الطريقة المباشرة لقياس الطاقة أفضل وأدق، ولكنها طرق تتسم بالصعوبة وتحتاج إلى وقت طويل فى الملاحظة، ويصعب استخدامها فى

(*) The Capacity or ability to perform work.



الأنشطة المهنية أو الرياضية على الإنسان. لذلك فإن الطريقة غير المباشرة تعتبر طريقة أسهل لقياس الطاقة للإنسان.

ومن المعروف فى المجال الرياضى أن الجسم كلما استهلك طاقة أكبر زاد احتياجه من الأكسچين وإخراج ثانى أكسيد الكربون بدرجة أكبر، لذلك فإنه يمكن الحكم على مقدار الطاقة المستهلكة فى هذه الحالة عن طريق مقدار الحرارة كما فى الطريقة السابقة، ولكن يتم ذلك عن طريق مقدار استهلاك الأكسچين وخروج ثانى أكسيد الكربون.

وفى هذا الكتاب سوف نتعرض لما يعتمد على قياسات الطاقة بالطريقة غير المباشرة، أى باستخدام قياسات استهلاك الأكسچين، وكذلك قياسات الشغل والقدرة.

التعادل الكالورى للأكسچين Calorie Equivalence

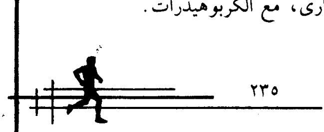
يقصد بالتعادل الكالورى كمية الطاقة التى تتحرر نتيجة استهلاك لتر واحد من الأكسچين، ويختلف مقدار كمية الطاقة هذه تبعًا لنوع المصدر الغذائى المستهلك لإنتاج الطاقة.

فمثلا يمكن أن يحرر اللتر الواحد من الأكسچين طاقة مقدارها ٥,٠٥ سعر حرارى إذا كان مصدر الطاقة هو المواد الكربوهيدراتية، حيث يحتاج الجرام الواحد من الكربوهيدرات إلى ٠,٨ لتر أكسچين، ونتيجة لذلك يتحرر ٤,١ سعر حرارى، ولذلك فإن اللتر الكامل من الأكسچين يؤدى إلى إنتاج ٥,٠٥ سعر حرارى.

غير أن هذا الأمر يختلف عن أكسدة الدهون أو البروتينات، حيث يؤدى اللتر الواحد من الأكسجين عند أكسدة الدهون إلى إنتاج ٤,٧ سعر حرارى، وبالنسبة للبروتينات ٤,٨٥ سعر حرارى.

تلخيصًا لما سبق فإن :

لتر الأكسچين = ٥,٠٥ سعر حرارى، مع الكربوهيدرات.



لتر الأكسجين = ٤,٧٠ سعر حرارى، مع الدهون.

لتر الأكسجين = ٤,٨٥ سعر حرارى، مع البروتين.

ونظرًا لكون مصدر الطاقـة دائمًا ما يكون مختلطًا فى الجسـم، فإن التعادل الكالورى يتراوح مداه ما بين ٤,٧ إلى ٥,٠٥ سعر حرارى، أى أن لتر الأكسجين يقـابله ٤,٧ إلى ٥,٠٥ سـعـر حـرارى. وكلمـا زادت نسـبة الاعـتـمـاد على الكربوهيدرات كمصـدر لإنتاج الطاقة زادت إنتاجية السعـرات الحرارية المقابلة للتر الأكسجين، والعكس حينما نعتمد على الدهون كمصدر للطاقة.

أى أن الدهون تحـتاج إلى قـدر أكبـر من الأكسـجين لإنتـاج نفس مقـدار السعـرات الحرارية التى تنتـجها الكربـوهيدرات. لذا يفضل تناول الـكربوهيدرات لمتسابقى المسافات الطويلة.

المعامل التنفسى الكالورى Respiration Ratio (RR)

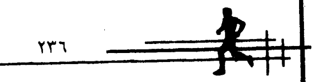
ويطلق عليـه أيضًا Respiratory Quotion (RQ)، ويقصد به الـعلاقة بين حجم ثانى أكسيد الكربون إلى الأكسجين المستهلك :

$$\text{المعامل التنفسى} = \frac{\text{حجم ثانى أكسيد الكربون الناتج}}{\text{حجم الأكسجين المستهلك}}$$

ويعتبر المعـامل التنفسى الكالورى مؤشرًا فسـيولوجيًا مهمًا لكـونه معبرًا عن مـقدار التـعادل الكالورى، ويرتبط ناتج المـعادلة الخـاصة بالمعـامل التنفسى عـادة بمكونات المواد التى تمت أكسدتها. فعند أكسدة الكربوهيدرات فإن حجم الأكسجين المستـهلك يتسـاوى مع حجم ثانى أكسـيد الكربون الناتج، وبالتـالى يكون الناتج واحد صحيح.

أما عند أكسدة الدهون فإن المعامل يقل نتيجة زيادة الأكسجين المستهلك نسبة لثانى أكسيد الكربون الناتج، ويكون الناتج ٠,٧، وعند أكسـدة مجموعة مختلطة من المواد الغذائية فإن مقدار معامل التنفس يتراوح ما بين ٠,٧ إلى ١,٠.

الجدول رقم (٣٧) يوضح العلاقة بين التـعادل الكالورى الأكسجينى المقابل لمختلف مقادير معامل التنفس.



جدول رقم (٣٧)

العلاقة بين التعادل الكالورى الأكسچينى المقابل

لمختلف مقادير المعامل التنفسى

القياسات	المقاديـر					
معامل التنفس (٪) *	٠,٧٠	٠,٧٥	٠,٨٠	٠,٩٠	٠,٩٥	١,٠٠
التعادل الكالورى **	٤,٧٠	٤,٧٤	٤,٨٠	٤,٩٢	٤,٩٨	٥,٠٥

* = حجم ثانى أكسيد الكربون الناتج / حجم الأكسچين المستهلك

** = السعرات الحرارية الناتجة عن لتر الاكسچين.

العوامل المؤثرة على معامل التنفس

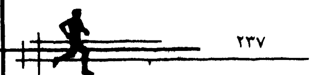
أشار فوكس وآخرون (Fox et al., 1993) إلى بعض العـوامل المؤثرة على معامل التنفس خلافًا للمواد الغذائية المؤكسدة . . ومن هذه العوامل :

١ ــ زيادة التهوية الرئوية Hyperventilation :

فى بعض الأحيـان قد يحدث زيادة فى التنفس والتـهوية الرئوية نتيجـة إما عامل لا إرادى يرجع إلى الضـغط النفسى Psychological Stress، أو يمكن أن يحدث بطريقة إرادية، ويكون نتيجة لذلك زيادة نسـبة ثانى أكسيد الكربون العادية مما يؤثر على معامل التنفس، فى الوقت الذى لم يتم بعد إنتاج طاقة أدت إلى هذه الزيادة فى ثانى أكسيد الكربون.

٢ ــ فترة التهوية :

خلال أول دقيقة فى الأداء، أو فى حالة الأداء أقل من مـستوى الحالة الثابتة Stady State تحدث زيادة فى التهوية الرئوية مما يؤدى إلى زيادة خروج ثانى أكسيد الكربون أكثر من الاستهلاك الفعلى للأكسچين، ولاتستقر هذه الحالة إلا بعد مرور



فترة التهيئة (٣ دقائق تقريبًا)، ولذلك يجب مراعاة ذلك خلال القياس أثناء فترة التهيئة.

٣ ـ تأثير عمل المنظمات الحيوية :

عند أداء الأنشطة البدنية عالية الشدة ولفترة قصيرة فإن معامل التنفس يزيد عن الواحد الصحيح، ويرجع ذلك إلى زيادة ثانى أكسيد الكربون الناتج عن عمل المنظمات الحيوية فى مواجهة زيادة حامض اللاكتيك.

٤ ـ فترة استعادة الشفاء :

خلال فترة استعادة الشفاء بعد أداء الحمل البدنى يحدث انخفاض كبير فى مستوى معامل التنفس، ويرجع ذلك إلى زيادة استهلاك الأكسجين مع قلة إنتاج ثانى أكسيد الكربون، ويستمر ذلك لعدة دقائق.

وحدات قياس الطاقة الحيوية

البعض يستخدم السعر الحرارى (الكالورى) . . ، والبعض يستخدم مقدار الأكسجين المستهلك، وفى أحيان أخرى تستخدم كلمة كيلوجول، وفى أحيان ثانية يعبر عن الطاقة فى شكل الشغل المؤدى، بمعنى كيلوجرام متر أو قدم ـ رطل وتنسب إلى الزمن، بمعنى كيلوجرام ـ متر / دقيقة، أو قدم ـ رطل / دقيقة أو وات ـ دقيقة.

وحتى يمكن تناول موضوع القياسات في مجال الطاقة الحيوية فإن هناك حاجة إلى تفسير هذه الوحدات القياسية وعلاقة كل منها بالأخرى.

*** السعر الحرارى :**

يجب توضيح أن كلمة السعر الحرارى المقابلة لكلمة (كالورى) Calorie (Cal.) يقصد بها وحدة الشغل أو الطاقة المساوية لكمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة جرام من الماء درجة واحدة سنتجراد ($1^{\circ}c$) عند درجة حرارة ١٥ درجة سنتجراد.

ويستخدم أيضًا مصطلح كيلو كالورى Kilocalorie (Kcal) للتعبير عن وحدة الشغل أو الطاقة المساوية لكمية الحرارة المطلوبة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجة حرارة واحدة ($1^{\circ}c$) عندما تكون درجة حرارة الماء ١٥ درجة سنتجراد.

وبالرغم من أن الفارق بين الكالورى والكيلوكالورى واضح حيث إن الكيلو كالورى = ١٠٠٠ كالورى، إلا أن الاستخدام الشائع دائمًا هو كلمة كالورى Cal-orie للتعبيـر عن كلمة كيلو كالورى، وفى مراجعنا العربيـة نفرق بين المصطلحين بأن نطلق على الكالورى مصطلح «السعر الصغير»، وعلى الكيلو كالورى مصطلح «السعر الكبير»، غير أننا سوف نقتصر كما تقتصر المراجع على استخدام كلمة سعر حرارى للتعبير عن السعر الكبـير أو الكيلو كالورى وذلك تمشيًا مع ما هو سائد بمعظم المراجع العلمية.

ولكون السعر الحرارى يعتبر مقياسًا للطاقة فى شكلها الحرارى فقد استخدم مصطلح «مقياس السعرات الحراريـة» كالوريمتر Calorimeter لأول مرة عام ١٨٠٠ م، وذلك حينما قدمه لأول مرة كل من زنتز وهاجمان Zuntz and Hage-mann.

وعند تحويل السعر الحرارى إلى وحدات قياس ميكانيكية فإن السعر الحرارى يساوى (واحد سعر حرارى) = ٣٠٫٨٧ قدم - رطل = ٤٢٧ كيلو جـرام - متر (كجم/ متر).

★ الكيلو جول Kilojoule :

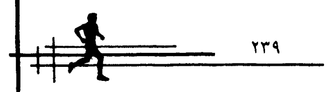
يكثر استخدام وحدة القياس الكيلو جول وخاصة فى المجلات العلمية المتخصصة، كما تفضل الكلية الأمريكية للطب الرياضى استخدام هذا المصطلح حيث إنه يعبر عن مقدار الطاقة والشغل معًا.

والكيلو جـول = ١٠٠٠ چول، والچـول Joule = ٠٫٢٣٨٨٩ سعر حرارى، بمعنى أن الكيلو جول أكبر من السعر الحرارى ويساوى ٢٣٨٫٨٩ سعر حرارى.

★ لتر الأكسچين Oxygen Liter :

يستخدم للتعبير عن مقدار الطاقة المستهلكة، وذلك عن طريق مقدار ما تم استهلاكه من الأكسچين باللتر، ويساوى اللتر ١٠٠٠ مللى لتر.

ولتر الأكسچين = ٥٫٠٥ سعر حرارى = ١٥٫٥٧٥ قدم/رطل = ٢١٢٣ كيلو جرام متر = ٢١٫١٤ كيلو جول.



* تكافؤ التمثيل الغذائى MET :

يقابل تكافؤ التمثيل الغذائى فى كثير من المراجع مصطلح MET، وهو اختصار Metabolic Equivalent، ويقصد به كمية الأكسجين المطلوبة فى الدقيقة التى يستهلكها الجسم لكل كيلو جرام من وزن الجسم خلال ظروف الراحة العادية، وهى تساوى ٣,٥ ملِّى لتر أكسچين لكل كيلو جرام من وزن الجسم فى الدقيقة.

ومثال على ذلك إذا ما قلنا ٣ MET، فإننا نعنى أن استهلاك الطاقة كان بمثابة ٣ مرات ضعف الاستهلاك العادى فى وقت الراحة، بمعنى ٣ × ٣,٥ = ١٠,٥ ملِّى لتر أكسچين لكل كيلوجرام من وزن الجسم فى الدقيقة الواحدة (ملِّى لتر أكسچين / كجم/ ق).

* الشغل Work :

يرتبط مصطلح الشغل Work بمصطلح الطاقة Energy ارتباطًا وثيقًا، حيث **يعَّرف الشغل: بأنه تطبيق الجهد أو القوة Force خلال مسافة Distance معينة.**

مثال على ذلك إذا ما أراد الرياضى رفع ثقل وزنه كيلو جرام واحد لمسافة رأسية متر واحد فإن الشغل هنا يعبر عنه كيلو جرام متر (كجم - متر)، أو ما يعادل ٧,٢٣ قدم - رطل، أو ٩,٨ چول، ويمكن التعبير عن الشغل بالمعادلة التالية.

$$W = (F \times d)$$

حيث : W = الشغل.

F = الجهد أو القوة التى يجب أن تكون ثابتة.

d = المسافة التى تتحرك خلالها القوة أو الجهد.

والجدول رقم (٣٨) يوضح وحدات قياس الطاقة والشغل.

جدول رقم (٣٨)

وحدات قياس الطاقة والشغل

وحدة القياس	المصطلح	الرمز	التحويل إلى الوحدات
قدم - رطل	Food - pound 1	Ft. Lb	= ٠,١٣٨٢٥ كيلوجرام - متر
كيلوجرام - متر	Kg - m 1	Kg - m 1	= ٧,٢٣٣ قدم - رطل= ٩,٨٠٦٦ جول
سعر حرارى	Kilocalorie 1	Kcal	=٣٠٨٧,٤قدم-رطل= ٤٢٦,٨ كيلوجرام - متر
١ چول	Joule 1	J	١ نيوتن - متر (Nm).
١ كيلو چول	Kilojoule 1	KJ	١٠٠٠ جول = ٠,٢٣٨٨٩ سعر حرارى

الكيلو جرام = ٢,٠٢٠٥ رطل.

المتر = ٢,٢٨ قدم.

القدرة Power :

يعنى مصطلح القدرة Power أداء الشغل خلال وحدة زمنية، مثل معدل الأداء، ويمكن أن يعبر عنها فى الأشكال التالية :

$$\text{القدرة} = \frac{\text{الشغل}}{\text{الزمن}} \qquad \text{أو القدرة} = \frac{(\text{القوة} \times \text{المسافة})}{\text{الزمن}}$$

وبناء على المثال السابق، إذا ما قام الرياضى برفع ثقل وزنه كيلو جرام واحد لمسافة متر واحد، فإن ذلك وحده يعبر عن الشغل، غير أن هذا الشغل يتم خلال زمن معين، وهنا تكتمل مكونات القدرة كلها. فإذا ما تم رفع هذا الثقل خلال ثانية واحدة فإننا نعبر عن القدرة فى هذه الحالة بأنها :

واحد كيلو جرام - متر كل ثانية (كجم - متر/ ثانية).

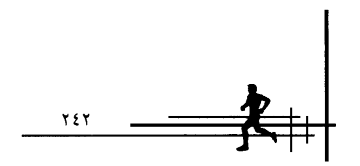
ومما سبق يتضح أن كلاً من الطاقة (بأشكالها الستة) والشغل والقدرة يمكن أن تتغير من شكل إلى شكل آخر، وهذا يجب تفهمه عند قياسات الطاقة فى

شكلها الحـرارى أو الكيميـائى أو الميكانيكى سواء بالقيـاسات المباشـرة للطاقة عن طريق مقدار الطاقة الحـرارية الكيميائية، كما تقاس السـعرات الحرارية الموجودة فى الغذاء أو الحرارة الناتجة عن الجسم، أو فى الأشكال غير المباشرة لقياس الطاقة عن طريق كمية الأكسجين المستهلكة.

والجدول رقم (٣٩) يوضح العلاقة بين وحدات قياس القدرة المختلفة.

جدول رقم (٣٩)
العلاقة بين وحدات قياس القدرة المختلفة

	حصان Hors Power	كيلوجرام-متر/ ق Kg - m / min	قدم ـ رطل/ ق Ft. lb/min	وات Watts	سعرحرارى/ ق Kcal/min	كيلوچول/ ق KJ/min
حصان	١,٠٠٠	٤,٥٦٤,٠	٣٣,٠٠٠	٧٤٥,٧	١٠,٦٩٤	٤٤,٧٤٣
كيلوجرام متر/ دقيقة	٠,٠٠٠٢١٩	١,٠	٧,٢٣٣	٠,١٦٣٤٥	٠,٠٠٢٣٤	٠,٠٠٩٨٠٦٨
قدم ـ رطل / دقيقة	٠,٠٠٠٠٣	٠,١٣٨٣	١,٠	٠,٠٢٢٦	٠,٠٠٠٣٢٤	٠,٠٠١٣٥٦٢
وات	٠,٠٠١٣٤١	٦,١١٨	٤٤,٢٣٦	١,٠٠	١,٠١٤٣٣٥	٠,٠٦٠
سعر حراري / دقيقة	٠,٠٩٣٦	٤٢٦,٧٨	٣٠٨٦	٦٩,٧٦٧	١,٠٠	٤,١٨٦٠
كيلو چول / دقيقة	٠,٠٢٢٣٥	١٠١,٩٧	٧٣٧,٣٠	١٦,٦٦٧	٠,٢٣٨٩	١,٠٠



*** معدل إنتاج الطاقة ومستويات القياس :**

تعكس نتائج اختبار القدرة الهوائية Aerobic Power معدل إنتاج الطاقة من خلال عمليات التمثيل الغذائى الهوائى، حيث تم فى هذه الحالة إعادة بناء ATP المركب الكيميائى الغنى بالطاقة عن طريق استهلاك الأكسچين داخل الألياف العضلية، وفى هذه الحالة فإن الوقود الأساسى للطاقة هو المواد الكربوهيدراتية المخزونة فى العضلات والكبد على شكل جليكوچين، أو الموجودة فى الدم على هيئة سكر جولوكوز بالإضافة إلى المواد الدهنية والبروتينات التى تعتبر أساسًا مادة لبناء الجسم ولاتستخدم كمصدر لإنتاج الطاقة إلا فى حالة المجاعات. وهذه المصادر غير المباشرة عند تفاعلها مع الأكسچين تعمل على إعادة بناء مركب ATP الذى ينشطر بدوره لإنتاج الطاقة اللازمة للانقباض العضلى، ويعتمد معدل إنتاج الطاقة فى هذه الحالة على عاملين أساسيين هما :

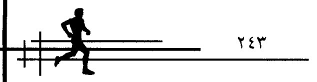
ـ العامل الأول : المقدار الكيميائى للألياف العضلية لاستخدام الأكسچين لإنتاج الطاقة.

ـ العامل الثانى : كفاءة عمليات نقل الأكسچين إلى الألياف العضلية وتشمل الجهاز التنفسى والأوعية الدموية والدم.

وتقاس القدرة الهوائية عادة تبعًا للمستوى المطلوب، فهناك المستوى الأقصى ويعبر عنه بالقدرة الهوائية القصوى[١]، ويطلق عليه أحيانًا «قمة القدرة الهوائية»[٢]، كما يطلق عليه عدة مصطلحات أخرى «مثل الحد الأقصى الإرادى لاستهلاك الأكسچين» [٣]، «سعة العمل الهوائى» [٤].

كما تقاس القدرة الهوائية فى المستوى الأقل من الأقصى ويطلق عليها «عتبة اللاكتيك»[٥] أو «العتبة الفارقة اللاهوائية»[٦].

(1) Maximal Aerobic Power.
(2) Peak Aerobic Power.
(3) Maximum Voluntary Oxygen Consumption.
(4) Aerobic Work Capacity.
(5) Lactic Threshold.
(6) Anaerobic Threshold.



فسيولوجية الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين

تعتبر القدرة الهوائية القصوى هى الحد الأقصى للأكسچين الذى يمكن للجسم استهلاكه، والذى يحصل عليه الجسم من خلال الهواء الخارجى ويوجهه إلى العضلات التى تقوم باستهلاكه، ويعبر عنه بالحجم الأقصى للأكسچين الذى يمكن أن يستهلكه الجسم فى وحدة زمنية معينة (عادة خلال دقيقة)، ويتم ذلك من خلال أداء جهد بدنى معين، وتستخدم لذلك عضلات الجسم الكبيرة مع زيادة المقاومة تدريجيًا حتى وصول الفرد إلى حالة التعب، وعادة ما يأخذ الرمز Vo_{2max} حيث :

V = تعبر عن حجم الأكسچين خلال الدقيقة.

O_2 = تعبر عن الأكسچين.

max = تعبر عن الحد الأقصى.

وعادة ما يكتب الحجم المطلق باللتر فى الدقيقة (لتر/دقيقة) أو (ل/ق)، وأحيانًا ينسب إلى وزن الجسم بالكيلوجرام، فيكون الناتج عبارة عن عدد المِلّيلترات من الأكسچين المستهلك لكل كيلوجرام من وزن الجسم خلال وحدة زمنية هى الدقيقة، أى ملّيلتر/كيلوجرام / دقيقة أو (مل/كجم/ق).

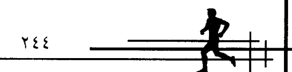
وعادة لاتستطيع العضلات العمل بدون الأكسچين لفترة طويلة، إذ بعد مرور ١٠ ثوان يبدأ استهلاك الأكسجين فى المساهمة لإنتاج الطاقة، وكلما زادت شدة الحمل زاد معدل استهلاك الأكسچين حتى وصول الفرد إلى بعض العلامات الفسيولوجية التى تعبر عن وصول الفرد إلى أقصى استهلاك للأكسچين .. وهذه العلامات تتلخص فيما يلى :

١ ـ عدم زيادة استهلاك الأكسچين بالرغم من زيادة شدة الحمل البدنى.

٢ ـ زيادة معدل القلب عن ١٨٠ ـ ١٨٥ ضربة / دقيقة.

٣ ـ زيادة نسبة التنفس RQ عن ١,١.

٤ ـ لايقل تركيز حامض اللاكتيك عن ٨٠ ـ ١٠٠ ملليجرام ٪.



ويلاحظ أنه حتى مرحلة البلوغ ١٢ ـ ١٤ سنة لاتوجد فروق بين الذكور والإناث فى مقدار الحد الأقصى المطلق، ولكن بعد هذه المرحلة يقل الحد المطلق لدى الإناث عن الذكور بمقدار ٢٥ ـ ٣٠٪، ويصل الإنسان إلى أعلى مستوى له فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين فى عمر ١٨ ـ ٢٠ سنة، ثم يقل بعد ذلك تدريجيًا مع زيادة العمر حتى يصل فى عمر ٦٠ ـ ٧٠ سنة إلى حوالى ٧٠٪ من مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين فى عمر ٢٠ ـ ٣٠ سنة.

ويرجع اختلاف الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين عادة بين الجنسين أو بين الأطفال والكبار إلى اختلاف هذه الفئات فى وزن الجسم، ولذلك يقل الفرق بين الذكور والإناث عند مقارنة الحد الأقصى النسبى عنه فى الحد الأقصى المطلق الذى يتأثر بوزن الجسم فتقل الإناث بمقدار ١٥ ـ ٢٠ ٪ بالنسبة للحد النسبى، بينما تقل بمقدار ٢٥ ـ ٣٠٪ بالنسبة للحد المطلق.

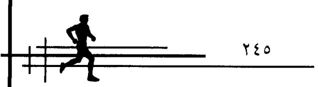
يستهلك الجسم أثناء الراحة عادة ٢٠٠ ـ ٣٠٠ ملِّيلتر أكسچين / دقيقة، وهناك حد معين لاستهلاك الأكسجين لايمكن أن يزيد عنه الإنسان، ويختلف هذا الحد من إنسان لآخر تبعًا لنوع التدريب الرياضى الذى يمارسه، ولكى يبلغ الإنسان الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين فإنه يجب أن يستمر فى أداء العمل لفترة لاتقل عن ٣ دقائق.

ويتراوح الحد الأقصى لدى غير الرياضيين ٢,٥ ـ ٣ لتر/دقيقة، بينما يبلغ لدى لاعبى التحمل Endurance حوالى ٦ لتر/دقيقة، أى حوالى ٤٠ ملِّيلتر/كجم/دقيقة لغير الرياضيين، ٨٠ ـ ٩٠ ملِّيلتر/ كجم/ دقيقة للرياضيين.

ويعتبر الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين هو قدرة الإنسان على أداء عمل عضلى اعتمادًا على استهلاك الأكسجين أثناء العمل مباشرة، ويعتبر مؤشرًا لكثير من العمليات الفسيولوجية والتى يمكن تلخيصها فيما يلى :

١ ـ كفاءة الجهازين الدورى والتنفسى فى توصيل هواء الشهيق إلى الدم.

٢ ـ كفاءة عمليات توصيل الأكسچين إلى الأنسجة، ويرتبط ذلك بحجم الدم، عدد الكرات الحمراء، تركيز الهيموجلوبين ومقدرة الأوعية الدموية على تحويل سريان الدم من الأنسجة غير العاملة إلى العضلات العاملة.



٣ ـ كفاءة العضلات فى استهلاك الأكسجين، أى كفاءة عمليات التمثيل الغذائى وإنتاج الطاقة.

اختيار الاختبار المناسب وشروط التطبيق :

هناك العديد من اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، واختيار الأنسب منها يتوقف على عدة اعتبارات منها :

١ ـ الوقت الذى يستغرقه تنفيذ الاختبار.

٢ ـ مدى تأهيل القائم بالاختبار.

٣ ـ عدد المختبرين.

٤ ـ تكاليف الأجهزة المستخدمة.

٥ ـ التناسب مع السن والجنس ووزن الجسم.

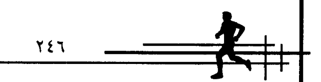
كما أن هناك عدة اعتبارات يجب مراعاتها عند تطبيق اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين أهمها :

١ ـ ارتداء الملابس المناسبة.

٢ ـ الالتزام بتعليمات التغذية فى فترة ما قبل الاختبار، إذ يجب عدم تناول الطعام قبل الاختبار مباشرة من ٢ ـ ٣ ساعات على الأقل، وكذلك عدم تناول المنبهات أو الكحوليات قبل الاختبار.

٣ ـ مراعاة الراحة التامة للمختبر، وتكون من ٥ ـ ١٥ دقيقة قبل سحب الدم إذا تطلب الأمر ذلك، ويستريح المختبر من ٢٠ ـ ٣٠ دقيقة بعد سحب الدم وقبل أداء الاختبار.

٤ ـ مراعاة درجة الحرارة، وحسب توجيهات منظمة الصحة العالمية (WHO) يجب أن تكون درجة الحرارة ١٨ ـ ٢٢ سنتجراد (٦٤ ـ ٧٢ فهرنهيت). وتكون نسبة الرطوبة أقل من ٦٠٪، ويجب عدم تنفيذ الاختبار إذا انخفضت درجة حرارة الغرفة تحت ١٠ درجات سنتجراد (٥٠ فهرنهيت).



٥ ـ مراعاة الإيقاع الحيوى للجسم وتأثيره على وظائف أعضاء الجسم.

٦ ـ تجنب أداء مجهود بدنى كبير قبل الاختبار بفترة ٢٤ ساعة على الأقل.

الطرق المباشرة وغير المباشرة لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

١ ـ طريقة القياس المباشر للسعرات الحرارية :

تستخدم هذه الطريقة لقياس إنتاج الطاقة مباشرة عن طريق الحرارة التى ينتجها الجسم من خلال عمليات التمثيل الغذائى، غير أن هذه الطريقة تحتاج إلى غرف مجهزة وخاصة ما يتعلق بدرجة الحرارة. وتسمى هذه الطريقة Direct Calorimetry، وهى تحتاج إلى إمكانيات باهظة التكاليف مما يصعب استخدامها عمليًا.

٢ ـ طريقة القياس غير المباشر للسعرات الحرارية :

نظرًا لارتباط عمليات التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة باستهلاك الأكسجين وإخراج ثانى أكسيد الكربون، فإن ذلك يعنى ارتباط مقدار الطاقة الناتجة بمقدار استهلاك الأكسجين اللازم لها، وهذه الغازات يمكن جمعها وقياسها لتحديد مقدار الطاقة الناتجة عن الجسم، وتسمى هذه الطريقة بالطريقة غير المباشرة Indirect Calorimetry، وهذه الطريقة هى الشائعة الاستخدام عادة فى مجال القياسات والاختبارات الفسيولوجية.

وتنقسم الطريقة المباشرة إلى طريقتين: إحداهما تسمى طريقة الدائرة المغلقة لتحليل الغاز، والثانية تسمى طريقة الدائرة المفتوحة لتحليل الغاز، وفيما يلى شرح الطريقتين:

أ ـ طريقة الدائرة المغلقة لتحليل الغاز (1):

وفى هذه الطريقة يقوم الشخص باستنشاق الأكسجين خلال القناع والأنبوبة الموصلة له، ويتم طرد الزفير من خلال أنبوبة أخرى، وبحساب مقدار الأكسجين الناقص يمكن تحديد مقدار الأكسجين الذى استهلكه الفرد.

(1) Closed - Circuit Method for Gas Analysis.

ب ـ طريقة الدائرة المفتوحة لتحليل الغاز [1]:

وهى الطريقــة شائعة الاســتخــدام بين الباحــثين فى مــجال التــربية البــدنية والرياضة، وهى أكــثر دقة من طريقــة الدائرة المغلقة، وتبلغ النسبــة المئوية لأخطاء القياس فى هذه الطريقة ١٪ مقابل ١٠٪ فى طريقة الدائرة المغلقة.

تتطلب هذه الطريقــة أن يقوم الشــخص باستنشــاق هواء الشهيــق من الهواء الجوى مباشرة خلال فترة أداء الحمل البدنى، حيث إن نسب تركيز مكونات الهواء الجوى تظل دائما ثابتة وهى :

- أكسجين ٢٠,٩٣ ٪.
- ثانى أكسيد الكربون ٠,٠٣ ٪.
- النيتروجين ٧٩,٠٤ ٪.

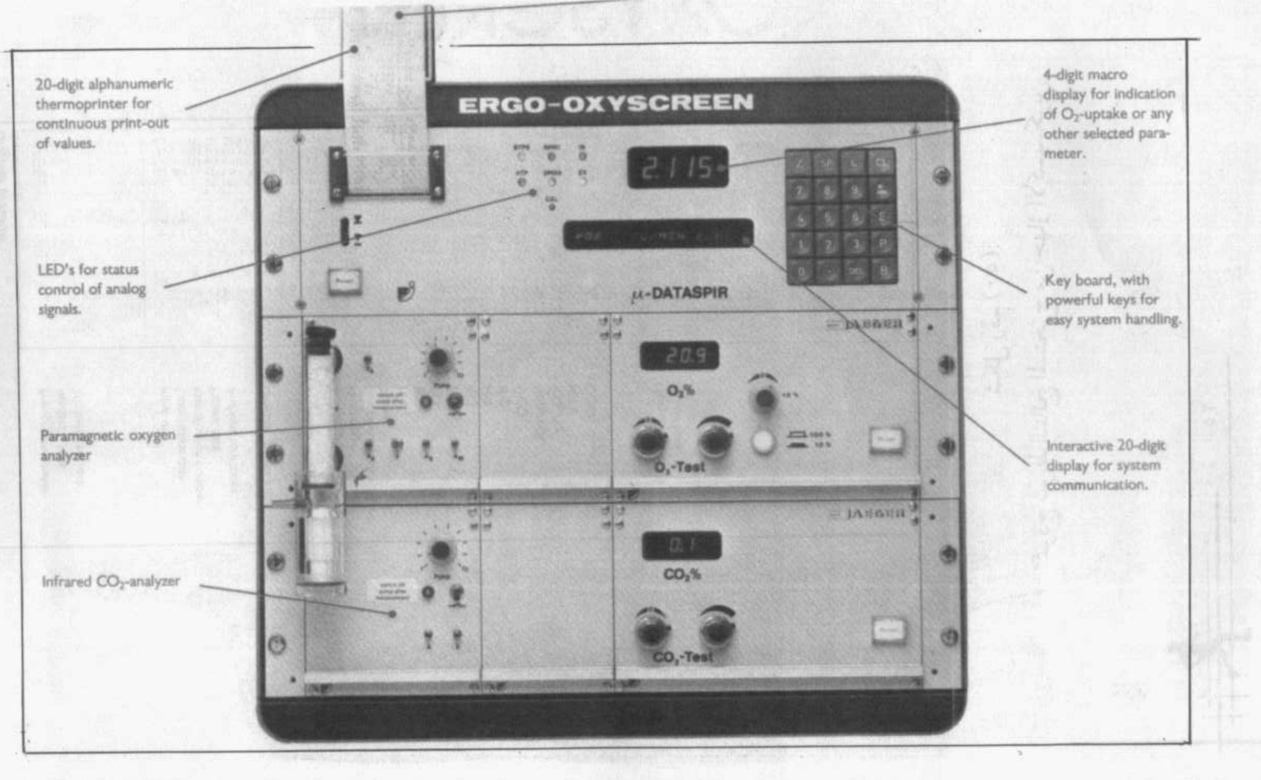
وعن طريق تحليل هواء الزفير بيوكيمائيًا Biochemically أو إلكترونيًا Electronically ومقارنته بالنسب المعروفة لتركيب الهواء الجوى يمكن تحديد الأكسجين المستهلك.

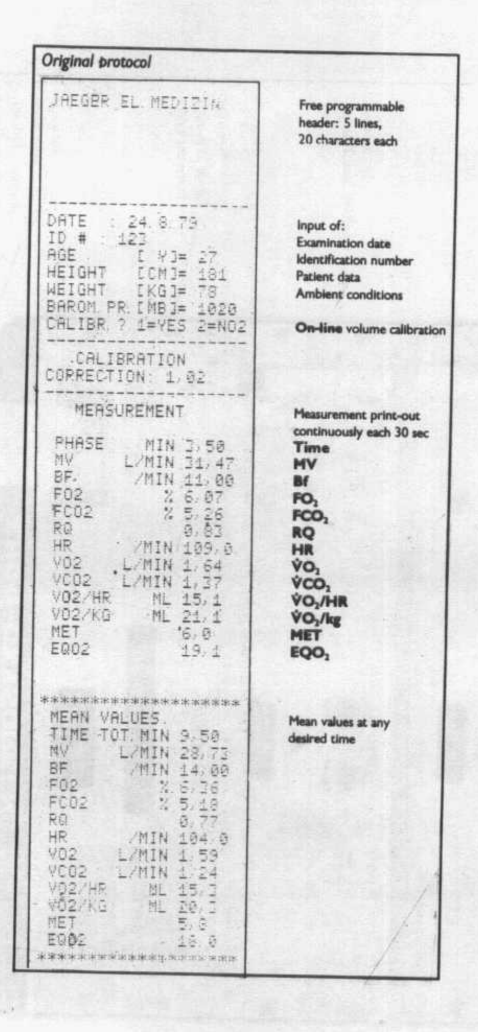
الشكل رقم (٤٩) يوضح أحد نماذج أجهــزة قياس الحد الأقصى لاســتهلاك الأكسجين وهو جهاز الأكسيسكرين Oxyscreen.

والشكل رقم (٥٠) يوضح نموذجا لشريط النتائج المستخرج من اختبار جهاز الأكسيسكرين لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

(1) Open - Circuit Method for Gas Analysis.

شكل رقم (٤٩)
جهاز الأكسيسكرين لقياسات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين




Original protocol

```
JAEGER EL MEDIZIN
--------------------
DATE   : 24.8.79
ID #   : 123
AGE          [ Y]= 27
HEIGHT       [CM]= 181
WEIGHT       [KG]= 78
BAROM. PR.   [MB]= 1020
CALIBR. ? 1=YES 2=NO2
--------------------
  .CALIBRATION
CORRECTION: 1,02
--------------------
   MEASUREMENT

 PHASE      MIN 3,50
 MV       L/MIN 31,47
 BF        /MIN 11,00
 FO2          % 6,07
 FCO2         % 5,26
 RQ             0,83
 HR        /MIN 109,0
 VO2      L/MIN 1,64
 VCO2     L/MIN 1,37
 VO2/HR      ML 15,1
 VO2/KG      ML 21,1
 MET            6,0
 EQO2           19,1

********************
 MEAN VALUES.
 TIME TOT. MIN 9,50
 MV      L/MIN 28,73
 BF       /MIN 14,00
 FO2         % 6,36
 FCO2        % 5,18
 RQ            0,77
 HR       /MIN 104,0
 VO2     L/MIN 1,59
 VCO2    L/MIN 1,24
 VO2/HR     ML 15,3
 VO2/KG     ML 20,3
 MET           5,8
 EQO2          18,0
********************
```

Free programmable header: 5 lines, 20 characters each

Input of:
Examination date
Identification number
Patient data
Ambient conditions

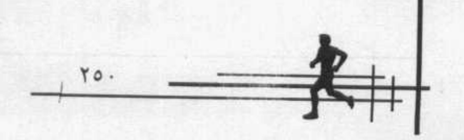
On-line volume calibration

Measurement print-out continuously each 30 sec
Time
MV
Bf
FO_2
FCO_2
RQ
HR
$\dot{V}O_2$
$\dot{V}CO_2$
$\dot{V}O_2$/HR
$\dot{V}O_2$/kg
MET
EQO_2

Mean values at any desired time

شكل رقم (٥٠)

نموذج شريط النتائج المستخرج من جهاز الأكسيسكرين



أجهزة أداء الأحمال البدنية المقننة (1)

عند أداء الاختبارات الفسيولوجية يتطلب الأمـر أن يقوم المختبر بأداء أحمال بدنية معينة لدراسة مدى استجـابة الجسم لأداء هذه الأحمال أو لقياسات إنتاج الطاقـة، ويستخدم لذلك جهاز الدراجة الأرجـومترية Ergometer Cycle والسير المـتحرك Treadmill، وقد تطورت هذه الأجهـزة فى الفترة الأخيـرة تطورًا كبيـرًا مما يتطلب معه استـعراض البعض منها :

١ ـ الدراجة الأرجـومترية Cycle Ergometer :

ظل جهاز الدراجة الأرجومترية وسيلة رئيسية للقياس لفترة طويلة، كما أنها مازالت تستخدم حتى الآن فى المجال الطبى والدراسات العلمية. انظر الشكل رقم (٥١ ـ أ).

وتتكون كلمة أرجومـيتر من مقطعين، أولهـما «أرجو Ergo» وتعنى شغل Work، والمقطع الثانى «مـيتر Meter» وتعنى قياس Measure. ويمكن بناء على ذلك تقنين الحمل البدنى المستـخدم على الأرجوميتر بواسطة تحديد مـعدل التبديل ودرجة الشدة أو المقاومة وزمن الأداء، وهذا يسهل توحـيد مقدار الحمل البدنى مما يسمح بإجراء القياسات والاختبارات الفسيولوجية.

*** أنواع المقاومات فى الدراجة الأرجومترية :**

وهناك أربعة أنواع من المقاومات المستخدمة فى الأرجوميتر هى :

١ ـ الاحتكاك الميكانيكى.

٢ ـ المقاومة الكهربائية.

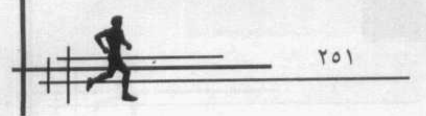
٣ ـ مقاومة الهواء.

٤ ـ مقاومة السائل المتحرك.

وفيما يلى وصف تفصيلى لكل هذه الأنواع.

---

(1) Wilmore. T. H., and Costill. D. L., (1994) : Physiology of Sport and Exercise, Human Kinetics.Publishers, Inc., Champaign, Illinois,



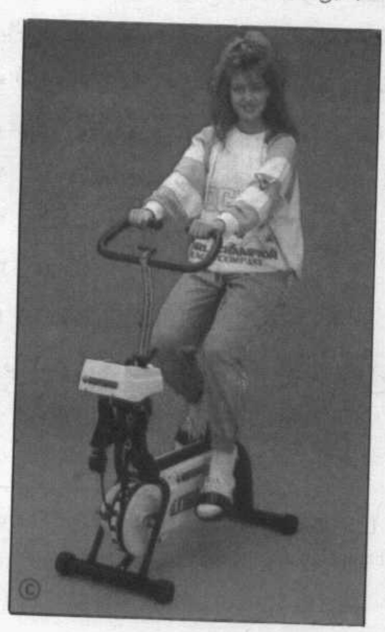
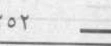
(أ) أجهزة الاحتكاك الميكانيكى Michanical Friction :

يعتمد جهاز الأرجوميتر الميكانيكى على درجة احتكاك حزام جلدى بالإطار المعدنى الأمامى للدراجة، حيث تزداد المقاومة أو تقل تبعًا لدرجة تضييق ضغط الحزام حول الإطار، أو تقليل هذا الضغط مما ينعكس على مقاومة البدال أثناء التبديل. هذا ويجب المحافظة على معدل سرعة التبديل أثناء العمل، وتظل سرعة التبديل ثابتة طوال فترة العمل.

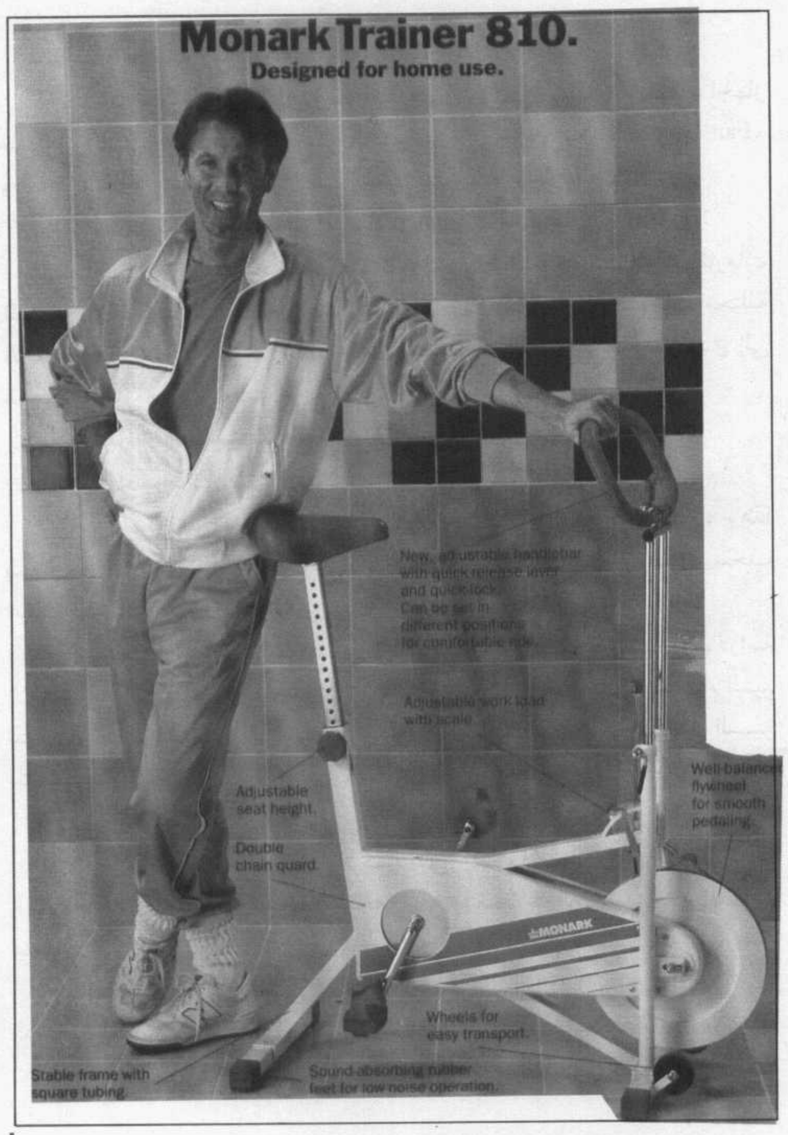
ومثال على ذلك جهاز مونارك Monark. انظر الشكل رقم (٥١ ـ ب) (The Monark Bicycle Ergometer).

(ب) أجهزة المقاومة الكهربائية Electrical Resistance :

يتم ضبط المقاومة فى هذا النوع من الأجهزة عن طريق موصل كهربائى يتحرك خلال حقل مغناطيسى أو مغناطيس كهربى Electromagnetic، وتحدد قوة الحقل المغناطيسى درجة مقاومة البدال، حيث تزداد المقاومة تلقائيًا إذا انخفضت سرعة التبديل والعكس، حيث تقل المقاومة تلقائيًا مع زيادة سرعة التبديل، وهذا الجهاز لايتطلب الحفاظ على سرعة تبديل ثابتة.

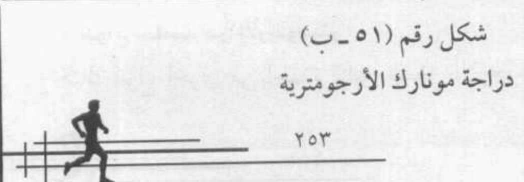



شكل رقم (٥١ ـ أ)
أحد نماذج الأرجوميتر



شكل رقم (٥١ ـ ب)

دراجة مونارك الأرجومترية



(جـ) أجهزة مقاومة الهواء Air Resistance :

تستخدم هذه الأجهزة للتدريب أكثر منها لأغراض القياس، ويعتمد الجهاز على إطار كبير الحجم يحتوى على مجموعة من أجنحة المراوح Fan Blades، وهذه المروحيات تحتك مع الهواء عند التبديل مما يعكس المقاومة على البدال.

(د) أجهزة مقاومة السائل المتحرك Hydraulic Fluid Resistance :

تستطيع الأجهزة المستخدمة للسائل المتحرك إنتاج قدرة ثابتة للمقاومات المختلفة تبعًا لمعدل التبديل، إذ عند التبديل يتحرك السائل خلال فتحات مختلفة الاتساع مما يسمح باختلاف المقاومة عند التبديل، فالفتحات الأكبر تؤدى إلى انخفاض المقاومة، والفتحات الأصغر تؤدى إلى ارتفاع المقاومة.

*** مميزات وسلبيات استخدام الدراجة الأرجومترية :**

(أ) المميزات :

١ - الجزء العلوى من الجسم يظل بدون حركة أثناء التبديل بالرجلين، وهذا يسمح بزيادة عامل الدقة فى أخذ القياسات مثل ضغط الدم، وكذلك سحب عينات الدم أثناء أداء الحمل البدنى.

٢ - معدل التبديل لايرتبط بوزن الجسم، وهذا أمر له أهميته عند دراسة الاستجابات الفسيولوجية للحمل البدنى المقنن، بعكس الحال عند استخدام السير المتحرك حيث يتطلب ذلك استخدام الوزن لتحديد سرعة ودرجة ميل السير المتحرك أثناء الاختبار.

(ب) السلبيات :

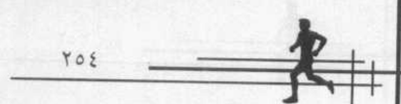
١ - العمل العضلى كله مركز على عضلات الرجلين التى قد تصل إلى مرحلة التعب قبل وصول الشخص إلى المتغيرات الفسيولوجية المطلوب قياسها.

٢ - تركيز العمل العضلى على عضلات الرجلين يؤدى إلى صعوبة فى عودة الدم إلى القلب.

(٣) العضلات المستخدمة فى العمل أقل منها عند العمل على السير المتحرك.

*** أنواع خاصة من الأرجوميتر :**

هناك أنواع أخرى من أجهزة قياس الشغل الأرجومترية مجهزة بحيث تسمح



بأداء الاختبارات وفقًا لطبيعة العمل العضلى المميز للنشاط الرياضى التخصصى منها ما يلى :

١ ـ أرجوميتر الذراع Arm Ergometer :

يكون التبديل فى هذا النوع من الأرجوميتر باستخدام اليدين، ويستخدم لاختبار الرياضيين (أو غير الرياضيين) الذين يعتمدون بشكل أساسى على عضلات الذراعين والكتفين فى الأنشطة البدنية مثل السباحة، انظر الشكل رقم (٥٢).

٢ ـ أرجوميتر التجديف Rowing Ergometer :

المجدفون يستخدمون الذراعين والرجلين بشكل فعال لذلك صمم لهم خصيصًا أرجوميتر يتميز بأنه يوفر نفس المسارات الحركية المستخدمة فى رياضة التجديف، انظر الشكل رقم (٥٣ ـ أ) وقارن المسار الحركى مع الشكل رقم (٥٣ـ ب).

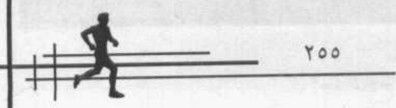
٣ ـ السباحة المقيدة Tethered Swimming :

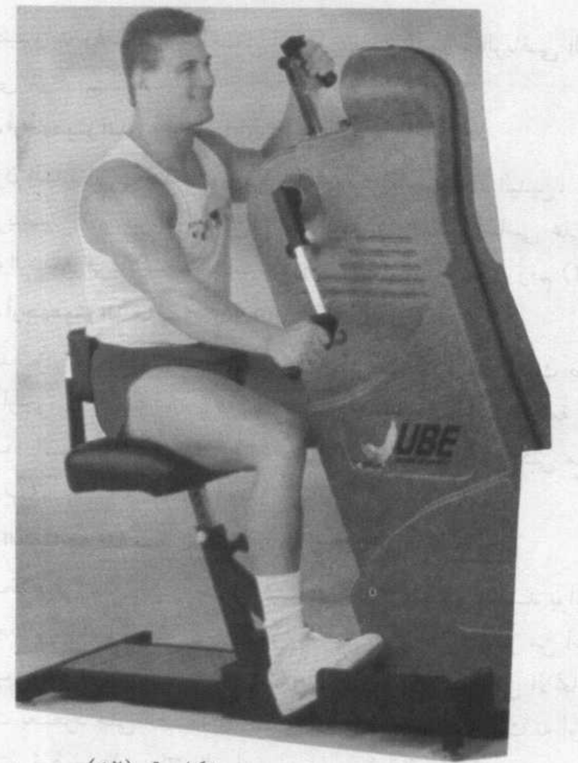
يستخدم فى هذا الجهاز حزام يثبت فى جذع السباح ويقيد بواسطة حبل خاص يتجه من خلف السباح فى اتجاه الرجلين إلى الحلقة ليمر من أسفل بكرة مثبتة بقرب حافة حوض السباحة ليمر من أسفلها إلى أعلى فى الاتجاه الأمامى حيث يثبت بعمود على الضفة الأخرى للحوض بحيث يثبت به أوزان تبعًا للمقاومة التى توضع على عاتق السباح، ويجب على السباح أن يسبح بسرعة أكبر كلما زادت المقاومة للمحافظة على وضع الجسم فى الماء، وبالطبع ستكون السباحة مقيدة فى المكان، انظر الشكل رقم (٥٤).

٤ ـ السباحة فى القناة الصناعية Swimming Flume :

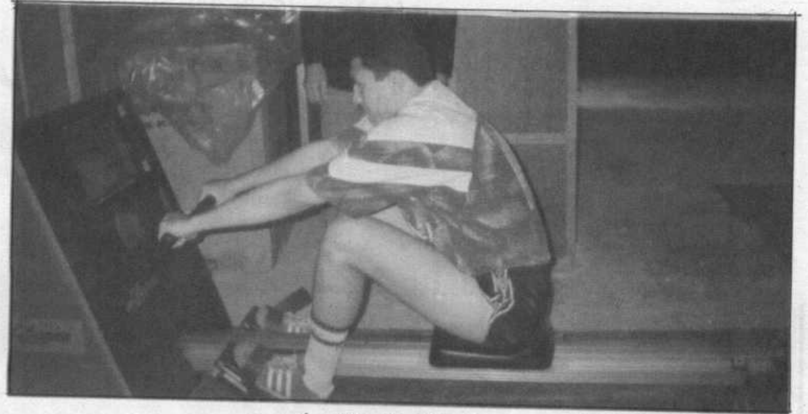
تتميز هذه الطريقة بأنها تسمح للسباح بأن يسبح بطريقة أكثر تشابها لطريقته فى السباحة العادية.

تجهز هذه القناة الصناعية بحيث يمكن أن تدفع الماء فى الاتجاه العكسى لاتجاه سباحة السباح، الذى يحاول بدوره المحافظة على وضع جسمه. وتتم حركة الماء بواسطة مضخات يمكن التحكم فى قوة دفعها للماء بالزيادة أو النقصان تبعًا لاختلاف سرعة السباح. غير أن هذه القنوات باهظة التكاليف، انظر الشكل رقم (٥٥).





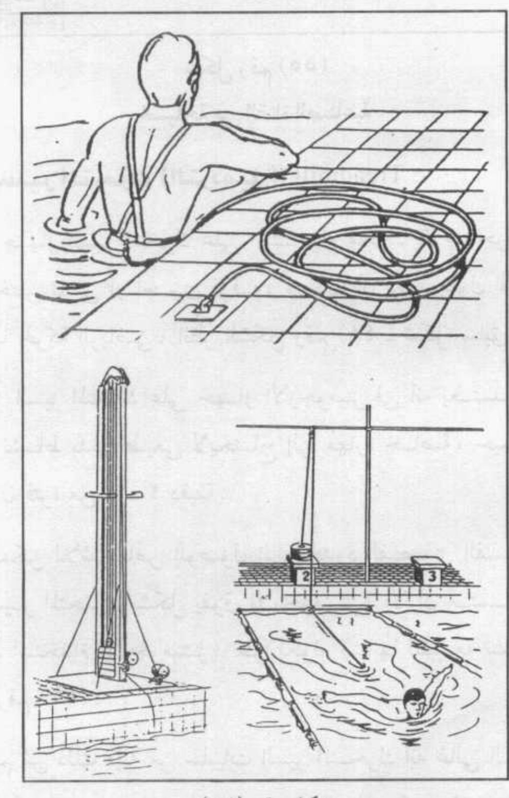
شكل رقم (٥٢)
أحد نماذج الأرجوميتر اليدوى



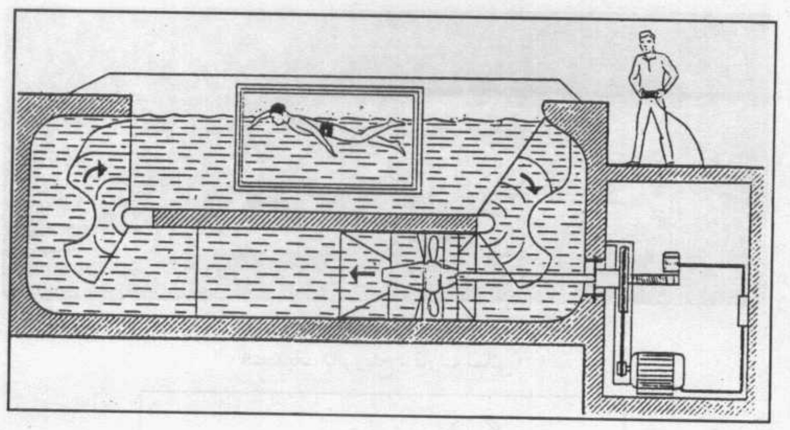
شكل رقم (٥٣ ـ أ)
أحد نماذج أرجوميتر التجديف



شكل رقم (٥٣ ـ ب)
التجديف (الروينج ـ قارب ثمانى)



شكل رقم (٥٤)
السباحة المقيدة



شكل رقم (٥٥)

السباحة فى القناة الصناعية

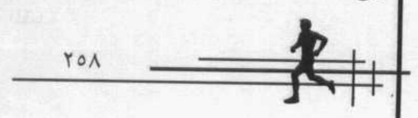
٢ ـ السير المتحرك (الترديمل) Treadmill :

يعتمد جهاز السير المتحرك على استخدام محرك يقوم بتحريك سير كبير يستطيع الشخص المشى أو الجرى فوقه، ويجب أن يكون طول السير المتحرك وعرضه مناسبًا لحركة الرياضى، انظر الشكل رقم (٤٨ ـ شكل سابق).

ويتميز السير المتحرك على جهاز الأرجوميتر فى أنه يعتمد على المشى أو الجرى، وهو نشاط بدنى طبيعى لايحتاج إلى مهارة خاصة، حيث يتعود عليه الشخص خلال فترة من ١ ـ ٢ دقيقة.

كما يمكن للأشخاص الوصول إلى الحدود القصوى الفسيولوجية عند استخدام السير المتحرك بشكل يفوق الأرجوميتر، إلا أن متسابقى الدراجات يتفوقون عند استخدام الأرجوميتر؛ نظرًا لكونه مشابهًا لطبيعة نشاطهم الرياضى انظر الشكل رقم (٥٦).

وبالرغم من ذلك فإنه من سلبيات السير المتحرك أنه غالى السعر، بالإضافة إلى حجمه الكبير نسبيًا، واحتياجه الدائم إلى مصدر كهربائى، ويصعب إجراء



قياسات دقيـقة للمختبر عليه مثل قيـاس ضغط الدم أو معدل النبض، وذلك أثناء العمل نتيجة الضجة الناتجة عن عـمل الجهاز، كما يصعب سحب عينات الدم عند العمل على جهاز السير المتحرك.

٣ ـ الأجهزة المدعومة بالكمبيوتر

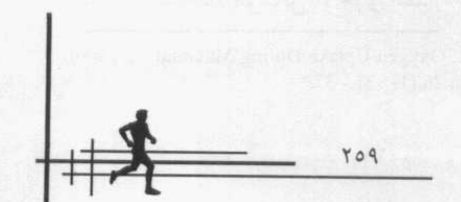
: Computerized Instrumentation

أمكن حـاليًا استـخدام أجـهزة أرجومـيتـر وتردميل لقـياس الحـد الأقصى لاستهـلاك الأكسچين مزودة بالكمبـيوتر، ولقد ساهم ذلك فى زيادة دقة وفـعالية قياسات إنتاج الطاقـة وعمليات التمثيل الغذائى، ويقوم الكمـبيوتر فى هذه النوعية بالعمل إلى جانب مالا يقل عن ثلاثة أجهزة أخرى هى :

- جهاز لتوصيل تيار الهواء من المختبر.
- جهاز قياس لتسجيل حجم تيار الهواء.
- جهاز لتحليل غازات الأكسچين وثانى أكسيد الكربون.

ويعمل جـهاز الكمبيـوتر المبرمج لتنفيـذ جميع الحسـابات المطلوبة بناء على الإشارات الإلكتـرونية التى يستـقبلها، ويمكن فى هذه الحـالة أن تظهر فى شكل مطبوع أو رسم بيانى جميع البيانات الخـاصة بالمختبر فى نفس وقت العمل وخلال فترة الاستشفاء.

هذا وقد ظهرت أجهزة أخرى تشمل قياس ضغط الدم ومعدل القلب بطريقة آلية، كمـا تقوم بتنظيم السرعة وفتـرة دوام العمل وشدة الحمل البـدنى على السير المتحرك أو الدراجة الأرجومترية.





شكل رقم (٥٦)

لاعبو الدراجات يتفوقون على أقرانهم عند استخدام الأرجوميتر

الطرق المباشرة لقياس القدرة الهوائية

Methods of Directly Assessing Aerobic Power

هناك ثلاث طرق عامة لاختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين هى :

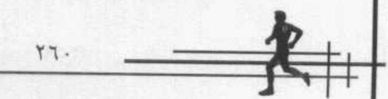
١ ـ السير المتحرك Treadmill سواء باستخدام المشى أو الجرى.

٢ ـ دراجة قياس الجهد Bicycle Ergometer.

٣ ـ اختبار الخطو Step Bench.

هذا، ويلاحظ أن النتائج على اختبارات السير المتحرك تكون معدلاتها أعلى منها عند استخدام الوسائل الأخرى بمقدار ٥ ـ ١٠٪ تقريبًا [١].

(1) Hermansen. L., and Saltin. B., (1969) : Oxygen Uptake During Maximal Treadmill and Bicycle Exercise, J. Appl. Physiol., 26 (1) : 31 - 37.



ويرجع السبب فى ذلك إلى حجم الكتلة العـضلية النشطة والتى تكون أكبر فى حالة الجـرى على السير المتحـرك، بالإضافة إلى عامل آخـر هو حدوث تعب موضـعى عند العمل على الدراجـة نتيجـة تركيز العـمل العضلى على عـضلات الفخـذ، وقد يؤدى هذا التـعب إلى إعاقة اسـتمـرارية العمل حـتى الوصول إلى مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

وتعتمد نظرية القياس على الدراجة الأرجومترية Cycle Ergometer على أن تبديلة بدال الدراجة لدورة كاملة واحدة يعادل تحريك نقطة ثابتة على الإطار لمسافة ستة أمتار (يبلغ محيط الإطار ١,٦ متـرًا) . . ، وفى حالة استخدام جهاز المترونوم Metronome لتنظيم توقيت الأداء بمعدل ١٠٠ دقة فى الدقيقة يقوم المختبر خلالها بأداء ٥٠ تبديلة فى الدقـيقة، وهذا الجهد يطلق عليـه كيلوبوند (Kilopond (KP، أى أن الكيلوبوند هو وحـدة قياس تعـبر عن ٥٠ تبديلة فـى الدقيقـة وهذا يعادل الجـهد المبـذول لتحريك كتـلة كيـلوجرام واحد فى ظـروف الجـاذبية الأرضية. وإذا ما أضيفت المسافـة فإن الكيلوبوند هنا يساوى الكيلوبوند الواحد (1 KP) = ٣٠٠ كيلوبوند ـ متر (KP - m) = ٣٠٠ كيلو جرام ـ متر (Kg - m)، أى

الكيلوبوند = ٥٠ تبديلة.

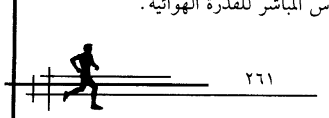
الكيلوبوند ـ متر = ٥٠ × ٦ = ٣٠٠ كيلوبوند ـ متر.

= ٣٠٠ كيلو جرام ـ متر = ٧٢٣ قدم ـ رطل.

وعن طريق الجـدول السابق عـرضه عن التحـويلات يمكن تحـويل وحدات قياس الشغل إلى وحدات قياس الطاقة بالسعرات الحرارية بالكيلوكالورى أو الكيلو چول.

الكيلو كالورى «السعر الحـرارى» = ٣٠٨٦ قدم/ رطل/ دقيقـة = ٤٢٦,٧٨ كيلو جرام ـ متر/ دقيقة = ٤,١٨٦ كيلو چول فى الدقيقة.

وفيما يلى نعرض بعض نماذج القياس المباشر للقدرة الهوائية.



أولا ـ اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين باستخدام السير المتحرك :

١ ـ اختبار ميتشل وسبرول وشابمان (١)

Mitchell, Sproule and Chapman Test

فى هذا الاختبـار يقوم المختبر بالمشـى لمدة عشر دقائق بسرعـة ثلاثة أميال/ ساعة (٤,٨ كيلو متر/ ساعـة) على السير المتحرك بزاوية ١٠٪، هذا الأداء لغرض الإحماء warrn up، وهى كافيـة لأن تجعل المختبر مـتكيفًا مع طبيـعة العمل على الجهاز، يلى ذلك أداء الاختبار وفقًا للتسلسل التالى :

١ ـ عشر دقائق راحة (بعد الإحماء مباشرة).

٢ ـ الجرى على السـير لمدة ٢,٥ دقيـقة بسرعـة ٦ ميل/ ساعـة (٩,٧ كيلو متر/ ساعة) على درجة ميل صفر.

٣ ـ يتم جمع هواء الزفير لتحليله ابتداء من الدقيقة ١,٣٠ إلى ٢,٣٠ من الجرى.

٤ ـ يعطى المختبر عشر دقائق للراحة.

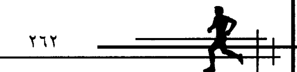
٥ ـ الجرى مرة أخـرى بنفس معدل السرعة السـابقة، ولكن مع زيادة درجة زاوية السـير المتـحرك إلى ٢,٥ ٪، والأداء لنفس المدة (٢,٥ ق) مع جـمع هواء الزفير.

٦ ـ يستمر تنفـيذ هذه العمليات حتى الوصول إلى الحد الأقـصى لاستهلاك الأكسچين.

٢ ـ اختبار سالتين ـ ستراند (٢) Saltin and Strand Test :

١ ـ يؤدى المختبر فى البداية خمس دقائق تبديل على جهاز الأرجوميتر، يتم قياس مـعدل القلب Heart Rate واستهلاك الأكـسچين خلال الدقيـقة الأخيرة،

(1) Mitchell. J., Sproule. B, and Chapman, (1957) : The Physiological Meaning of the Maximal Oxygen in Take Test, J. Clin. Invest. 37 : 538 - 547.
(2) Saltin. B., and Strand. P., (1967) : Maximal Oxygen Uptake in Athlets, J. Appl. Physiol. 23 : 353 - 358.



وتستـخدم هذه البيـانات فى تقدير الحـد الأقصى لاستـهلاك الأكســچين بواسطة استخدام النوموجرام Nomogram.

٢ ـ ومن خلال الجدول رقم (٤٠) يتم تحديد السرعة المناسبة للسير المتحرك، حيث إن الجرى الكامل الجهد سيستمر بين الدقائق ٣ ـ ٧.

مثال : شخص استهلاكه التقديرى للأكـسچين يبلغ ٤٥ ميل/كجم/متر فإن سرعة البداية له على السير المتحرك تكون ٧,٨ ميل/ساعة (١٢,٥ كجم/ساعة)، ودرجة زاوية الميل تكون ٢,٥٪.

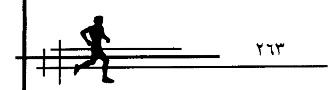
جدول رقم (٤٠)

تحديد حمل الشغل لاختبار سالتين ـ ستراند لقياس القدرة الهوائية القصوى

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين المقدر ميل/كجم/ق	رجـال			نسـاء		
	السـرعة		الدرجة ٪	السـرعة		الدرجة ٪
	ميل/ساعة	كم/ساعة		ميل/ساعة	كم/ساعة	
أقل من ٤٠	٦,٢	١٠,٠	٥,٢	٦,٢	١٠,٠	٢,٧
٤٠ ـ ٥٤	٧,٨	١٢,٥	٥,٢	٦,٢	١٠,٠	٥,٢
٥٥ ـ ٧٥	٩,٣	١٥,٠	٥,٢	٧,٨	١٢,٥	٥,٢
أكثر من ٧٥	١٠,٩	١٧,٥	٥,٢	—		—

٣ ـ قبل الجرى يجب أن يمشى المختبر لمدة ١٠ دقائق باستخدام حمل شغل يعادل ٥٠٪ من السرعة التى حددت له لبداية العـمل على السير المتحرك بناء على تقـدير الحد الأقـصى لاستـهلاك الأكـسچـين له والجنس من خـلال النوموجـرام والجدول.

٤ ـ عند الجرى تزاد زاوية مـيل السير المتحـرك إلى ٢,٧ ٪ كل ثلاث دقائق حتى يصل الشخص إلى مرحلة التعب.



٥ ـ يتم جمع هواء الزفير لمدة دقيقة حينما يصل معدل قلب المختبر ١٧٥ ضربة/ دقيقة.

٣ ـ اختبار ولاية أوهايو [1] The Ohio State Test (The OSU test) :

هذا الاختبار يشابه اختبار سالتين ـ استراند، فهو يشمل :

١ ـ خمس دقائق للإحماء باستخدام المشى على السير المتحرك بسرعة ٣,٥ ميل/ ساعة (٥,٦ كم/ ساعة) على درجة ميل ١٠٪.

٢ ـ يلى ذلك ٤ ـ ٨ دقائق جرى حتى التعب، على أن تتراوح سرعة الجرى ما بين ٦ ـ ٩ ميل/ ساعة (٩,٦ ـ ١٥ كم/ ساعة) تبعًا لدرجة لياقة الشخص، والتى عادة ما تكون لغير المدربين من الطالبات ٦ ميل/ ساعة، ولغير المدربين من الطلاب ٧,٨ ميل/ ساعة، وللرياضيين ٩,٣ ـ ١٠,٠ ميل/ ساعة، وفى جميع الحالات تضبط درجة ميل السير المتحرك ٢٪ وتزداد تدريجيًا بمقدار ٢٪ كل دقيقتين.

٣ ـ يتم جمع هواء الزفير لمدة دقيقة حينما يكون معدل القلب ١٧٥ ضربة/ دقيقة.

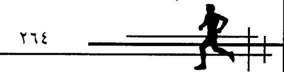
ملحوظة :

يلاحظ أن طريقة زيادة حمل الشغل فى هذه الاختبارات (اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين باستخدام السير المتحرك) إما أن تكون غير مستمرة كما فى اختبار ميتشل وسيرول وشابمان أو مستمرة كما فى الاختبارين الآخرين، ونظرًا لعدم وجود فروق فى قيمة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين فى كلتا الطريقتين فيمكن استخدام أيهما .. ، إلا أن طريقة عدم استمرارية زيادة الحمل تتطلب وقتًا أطول فيما يجعل طريقة الزيادة المستمرة هى الطريقة المفضلة.

---

(1): - Fox. F., (1975) : Differences in Metabolic Alteration with Sprint Versus Endurance Interval Training, In Howald H., and J. Poortmans (eds.), Metabolic Adaptiation to Prolonged Physical Exercise, Birkhäuser Verlag Basel, Switzerland : pp 119 - 126.

- Camaione .D. N., (1969) : A Comparison Among Three Tests for Measuring Maximal Oxygen Consumption, Doctoral Dissertation, The Ohio State University, Columbus.



ثانيًا : اختبارات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين باستخدام الدراجة Bicycle Tests :

تتميز طريقة استخدام الدراجة لاختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين (بصرف النظر عن تميز طريقة السير المتحرك بمقدار الناتج) بأنها أكثر شيوعًا من حيث الاستخدام، ويرجع ذلك إلى :

١ ـ تعتبر أقل تكلفة.

٢ ـ أصبحت الدراجة وسيلة معروفة للجميع.

٣ ـ سهولة الاستخدام مما يجعلها صالحة للاستخدام فى الدراسات الميدانية.

وتنقسم طرق اختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين على الدراجة إلى نوعين من حيث أسلوب زيادة حمل الشغل هما :

١ ـ الزيادة غير المستمرة لحمل الشغل.

٢ ـ الزيادة المستمرة لحمل الشغل.

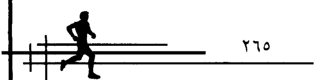
١ ـ طريقة الزيادة غير المستمرة لحمل الشغل Discontinuous Loding :

فى هذا الأسلوب يجب أن تكون سرعة التبديل بمعدل ٦٠ تبديلة فى الدقيقة، وهذه السرعة هى أعلى سرعة لإنتاج الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين مقارنة بمعدلات أخرى مثل ٥٠ ـ ٧٠ ـ ٨٠ تبديلة فى الدقيقة [1].

فى معمل جامعة أوهايو يؤدى الشخص عدة مرات عمل على الدراجة ولمدة خمس دقائق فى كل مرة مع فترة راحة بينية ١٠ دقائق بين التكرارات.

يوضع الحمل الأول بحيث يكون على درجة خفيفة للرجال ما بين ١٢٥ ـ ١٥٠ وات (٧٥٠ ـ ٩٠٠ كجم ـ متر/دقيقة)، وللسيدات ما بين ٧٥ ـ ١٠٠ وات.

(1) Hermansen. L., and Saltin, B., (1969) : Oxygen Uptake During Maximal Treadmill and Bicycle Exercise, J. Appl. Physiol., 26 (1) : 31 - 37.



تتم زيادة حمل الشغل فى كل مرة زيادة تدريجية تبعًا لاستجابة معدل القلب للعمل السابق، فالمعدل الأقل لضربات القلب يتبعه حمل الشغل الأعلى، ويكون مقدار زيادة حمل الشغل للرجال ٥٠ وات، وللسيدات ٢٠ ـ ٣٠ وات [1].

وعادة ما يعتبر الشخص قد وصل إلى مرحلة التعب بعد تكرار ٥ ـ ٦ مرات من العمل عندما لايستطيع الشخص الاستمرار فى العمل لمدة لاتقل عن ثلاث دقائق، وعلى حمل شغل أعلى من الحمل السابق بمقدار ١٠ ـ ١٥ وات.

ويلاحظ أن جمع هواء الزفير يكون فى الدقيقة الأخيرة لكل مرة عمل.

٢ ـ طريقة الزيادة المستمرة لحمل الشغل Continuous Loading :

فى هذا الأسلوب يراعى ما يلى :

ـ يكون معدل التبديل بواقع ٦٠ تبديلة فى الدقيقة.

ـ يزداد التحميل تدريجيًا بواقع ٣٠ وات كل دقيقتين حتى لايستطيع الشخص الاستمرار فى العمل، أو حتى تنخفض سرعة التبديل لأقل من ٥٠ تبديلة فى الدقيقة.

ـ يتم جمع هواء الزفير خلال آخر دقيقة لكل زيادة فى درجات شدة العمل بعد وصول معدل القلب إلى ١٧٥ ضربة/ دقيقة.

ملاحظات على الطرق المباشرة :

١ ـ السير المتحرك هو أكثر الطرق لإنتاج أعلى قدر للحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.

٢ ـ يمكن استخدام الزيادة المستمرة أو غير المستمرة للتحميل، حيث لاتوجد فروق فى ناتج الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين.

٣ ـ من المفيد أداء الإحماء للتعود على الجهاز المستخدم من الناحية النفسية والفسيولوچية.

---

(١) التحويل من وات إلى كيلوجرام متر / دقيقة يتم بالضرب × ٦.

الطرق غير المباشرة لاختبار القدرة الهوائية

Methods of Indirectly Assissing Aerobic Power

نظرًا لصعوبة تنفيذ الطرق المباشرة لاختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وارتباط ذلك بإمكانية إجهاد المختبر وخطورة ذلك فى بعض الأحيان بالنسبة لبعض الأشخاص، نظرًا لكل ذلك اتجه العلماء إلى الأسلوب غير المباشر لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين اعتمادًا على أداء حمل بدنى أقل من الأقصى Submaximal وفيما يلى نعرض بعض نماذج الاختبارات الشهيرة فى هذا المجال.

١ ـ اختبار استراند ـ رهيمنج Astrand and Rhyming Test (1) :

طور استراند ـ استراند Astrand and Astrand مخططا بيانيا Nomogram لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين عام ١٩٥٤م لاستخدامه مع الأشخاص الأصحاء (طلاب تربية بدنية) خلال المرحلة السنية من ١٨ ـ ٣٠ سنة، وتقوم فكرة الاختبار واستخدام المخطط البيانى على ما يلى :

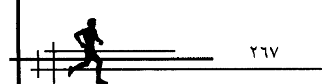
١ ـ أن معدل القلب يزداد زيادة تدريجية خطية تبعًا لزيادة الحمل الأقل من الأقصى على جهاز الدراجة الأرجومترية أو المشى على السير المتحرك أو اختبار الخطوة.

٢ ـ يبلغ الحد الأقصى لمعدل القلب لهؤلاء الأفراد عند أداء الحمل البدنى باستخدام الطرق السابقة ١٩٥ ضربة/دقيقة، غير أن استخدام المخطط البيانى يكون أكثر دقة فى حالة ما يكون معدل القلب عند أداء الحمل البدنى يتراوح ما بين ١٢٥ ـ ١٧٠ ضربة / دقيقة.

٣ ـ يمكن تنفيذ الحمل البدنى باستخدام الدراجة الأرجومترية B om أو السير المتحرك Treadmill أو اختبار الخطوة Step Test.

٤ ـ يراعى تعديل مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين الناتج عن المخطط البيانى تبعًا لعامل السن، ويستخدم لذلك جدول عامل تصحيح السن

(1) Astrand. P., and Rhyming. I., (1954) : A Nomogram for Calculation of Aerobic Capacity (Physical Fitness) from Pulse Rate During Submaximal Work, J. Appl. Physiol., 7 : 218 - 221.



لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، ويتم ذلك للأشخاص اعتبارًا من ٢٥ سنة فأكثر .

٥ ـ يمكن استخدام الاختبار أيضًا للأشخاص من كلا الجنسين اعتبارًا من سن ١٥ سنة فأكثر. الجدول رقم (٤١) يمثل عامل تصحيح السن.

جدول رقم (٤١)

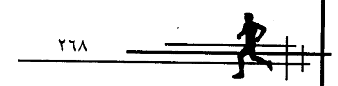
عامل تصحيح السن لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين

السن (بالسنة)	عامل تصحيح السن
١٥	١,١٠
٢٥	١,٠٠
٣٥	٠,٨٧
٤٥	٠,٧٨
٥٥	٠,٧١
٦٥	٠,٦٥

خطوات تنفيذ الاختبار :

١ ـ يحب اختيار وسيلة أداء الحمل البدنى إما بالتبديل على الدراجة الأرجومترية، أو المشى أو الجرى على السير المتحرك، أو باستخدام الخطو فوق المقعد (البنش) بشرط أن يكون معدل القلب يتراوح ما بين ١٢٥ ـ ١٧٠ ضربة/دقيقة، وفى حالة استخدام المقعد (البنش) يفضل أن يكون ارتفاعه ٣٣ سم (١٣ بوصة) للإناث، ٤٠ سم (١٦ بوصة) للذكور، على أن يكون معدل الخطو بواقع ٣٠ خطوة/دقيقة، وفى جميع الأحوال يتم تحديد معدل القلب خلال فترة الدقيقة ٥ ـ ٦ عند أداء الحمل البدنى.

٢ ـ يتم استخدام معدل القلب لاستخراج مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين عن طريق المخطط البيانى بتوصيل خط مستقيم بين معدل



النبض Puls Rate تبعًا للجنس الموجود فى يسار المخطط بما يقابلها فى العمود الأيمن الخاص باستهلاك الأكسجين Vo_2 ليتقاطع مع الخط المائل الذى بين العمودين الأيمن والأيسر وهو الخاص بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين Max Vo_2 ، ويتم تحقيق ذلك بتحديد النقطة التى يتقابل معها الخط المستقيم الواصل بين معدل النبض واستهلاك الأكسجين (Vo_2) وفقًا لعدة عوامل هى :

أ ـ فى حالة استخدام اختبار الخطوة يوصل الخط المستقيم بوزن الجسم (Weight Kg).

ب ـ فى حالة استخدام الدراجة الأرجومترية يوصل الخط المستقيم بخط الحمل البدنى (Work Load).

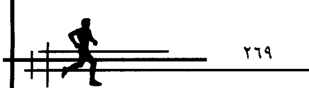
٣ ـ يراعى أن يستمر المختبر فى أداء الحمل البدنى، ويستمر قياس معدل النبض كل دقيقة اعتبارًا من الدقيقة الرابعة حتى يمكن التوصل إلى قياسين متقاربين بما لايزيد عن خمس نبضات فرق بينهما. وإذا لم يحدث ذلك فى القياسين بين الدقيقة الرابعة والخامسة من أداء العمل يستمر القياس كل دقيقة للحصول على ذلك. وعادة ما يتم حساب متوسط معدل النبض فى القياسين لاستخدامه مع المخطط البيانى.

٤ ـ يتم قياس معدل النبض فى الدقيقة من الجدول الخاص بذلك، ويكون القياس عن طريق الجس للشريان السباتى The Carotid Artery أو الشريان الكعبرى The Radial Artery.

٥ ـ يبدأ حساب معدل النبض بالعد خلال آخر ١٥ ـ ٢٠ ثانية لكل دقيقة فى العمل.

٦ ـ يجب إعداد مقعد الدراجة بحيث يكون ارتفاعه مناسبا للفرد، وبحيث يكون هناك انثناء خفيف فى مفصل الركبة عند فرد الرجل.

٧ ـ تعتبر الشدة المناسبة لأداء الحمل البدنى على الدراجة الأرجومترية بالنسبة للإناث ٤٥٠ ـ ٦٠٠ كيلوبوند متر/دقيقة، وللرجال حوالى ٦٠٠ أو ٩٠٠



كيلوبوند/ متـر/ دقيقة، وتعتبر الشـدة المستخدمة مناسبـة إذا وصل معدل النبض ١٣٠ نبضة/دقيقة مع استمرار ثابت فى معدل القلب بعد ذلك.

وفى حالة ما إذا كـان معدل النبض أقل من ١٣٠ نبضة/دقـيقة يجب زيادة شدة الحمل ٣٠٠ كيلوبوند/دقيقة، وبالنسـبة للأشخاص غير المدربين أو الكبار فى السن تستـخدم شدة منخـفضة حيث يمكن اسـتخدام شـدة تبلغ ٣٠٠ كيلوبوند/ متر/ دقيقة.

٨ ـ يجب السماح بأداء فترة إحماء بدون مقاومة على الدراجة قبل البدء فى العمل العضلى.

٩ ـ يستـخدم جهـاز توقيت (مـترونوم) Metronome للحفاظ عـلى معدل سرعة التبديل طوال وقت العمل ٥٠ تبديلة/ دقيقة.

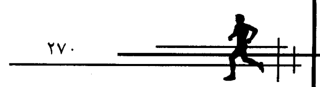
★ جداول استراند :

فى عام ١٩٦٥ م طور اسـتراند Astrand استخدام جـداول خاصة بدلاً من المخطط البيـانى بحيث يمكن معـرفة معدل النبض وشـدة الحمل البدنى المستـخدم على الدراجة الأرجـومترية واسـتخراج الحـد الأقصى لاستـهلاك الأكسـجين من الجدول مباشرة، ووضع جدول خاص للذكور وجدول آخر للإناث.

★ عامل العمر :

نظرًا لأن الحد الأقصى لاسـتهلاك الأكسجـين يقل تبعًا لزيادة العمـر، فقد وضع استراند ـ وهيمنج معامل للسن يتم استخـدامه لتصحيح مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين الناتج عن المخطط البيانى أو الجدول بتحديد معامل العمر من الجدول الخـاص بذلك وضرب الرقم الناتج من الجدول أو المخطط البـيانى فى هذا المعامل؛ ليكون الناتج هو الحد الأقـصى لاستهلاك الأكسجين لهـذا الشخص تبعًا للعمر.

الجدول رقم (٤٢) يوضح تصنيف لياقة الجهاز الدورى التنفسى للجنسين.



الجدول رقم (٤٣) يوضح ناتج الحد الأقصى للاستـهلاك الأكسچينى للنساء من معدل القلب، وحمل الشغل على الدراجة الأرجومترية.

الجدول رقم (٤٤) يوضح ناتج الحد الأقـصى لاستهلاك الأكسـچين للرجال من مـعـدل القلب Heart Rate وحـمل الشـغل Work Load على الدراجـة الأرجومترية Bicycle Ergometer.

٢ ـ معادلة فوكس[1] The Fox Equation :

تعتبـر طريقة معادلة فـوكس ١٩٧٥م من الطرق الحديثة السهلة لتـقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين، وهى تقوم على أساس المعادلة الخطية Linear qua-tion المرتبطة بالطريقة المبـاشرة لقياس الحد الأقصى لاسـتهلاك الأكسچـين بالنسبة لمعدل الـقلب الأقل من الأقصى المسـجل أثناء الدقيـقة الخـامسة من العـمل على الدراجة الأرجومترية بشدة حمل ١٥٠ وات (٩٠٠ كجم ـ متر/دقيقة).

ويستخدم فى ذلك المعادلة التالية :

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين (لتر/دقيقة) =

٦,٣ ـ ٠,٠١٩٣ × معدل القلب الأقل من الأقصى.

Predicted max Vo_2 (Liters per min) =

6.3 - 0.0193 x HR sub.

مثال :

وصل معدل القلب عند العمل على الدراجة الأرجـومترية بشدة حمل ١٥٠ وات مقدار ١٦٠ ضربة/دقيقة.

بتطبيق المعادلة :

= ٦,٣ × (٠,٠١٩٣ × ١٦٠)

= ٦,٣ × ٣,٠٩ = ٣,٢١ لتر/دقيقة.

(1) Fox. E., (1975) : A Simple, Accurate Technique for Predicting Maximal Aerobic Power, J. Appl. Physiol., 35 (6) : 914 - 916.

جدول رقم (٤٢)
تصنيف لياقة الجهاز الدورى التنفسى للجنسين

السن (بالسنة)	الحد الأقصى للاستهلاك الأكسچينى (ملّى لتر / دقيقة/ كجم) *				
	منخفض	مقبول	متوسط	جيد	عالى
* النساء :					
٢٠ ـ ٢٩	أقل من ٢٤	٢٤ ـ ٣٠	٣١ ـ ٣٧	٣٨ ـ ٤٨	٤٩ +
٣٠ ـ ٣٩	أقل من ٢٠	٢٠ ـ ٢٧	٢٨ ـ ٣٣	٣٤ ـ ٤٤	٤٥ +
٤٠ ـ ٤٩	أقل من ١٧	١٧ ـ ٢٣	٢٤ ـ ٣٠	٣١ ـ ٤١	٤٢ +
٥٠ ـ ٥٩	أقل من ١٥	١٥ ـ ٢٠	٢١ ـ ٢٧	٢٨ ـ ٣٧	٣٨ +
٦٠ ـ ٦٩	أقل من ١٣	١٣ ـ ١٧	١٨ ـ ٢٣	٢٤ ـ ٣٤	٣٥ +
* الرجال :					
٢٠ ـ ٢٩	أقل من ٢٥	٢٥ ـ ٣٣	٣٤ ـ ٤٢	٤٣ ـ ٥٢	٥٣ +
٣٠ ـ ٣٩	أقل من ٢٣	٢٣ ـ ٣٠	٣١ ـ ٣٨	٣٩ ـ ٤٨	٤٩ +
٤٠ ـ ٤٩	أقل من ٢٠	٢٠ ـ ٢٦	٢٧ ـ ٣٥	٣٦ ـ ٤٤	٤٥ +
٥٠ ـ ٥٩	أقل من ١٨	١٨ ـ ٢٤	٢٥ ـ ٣٣	٣٤ ـ ٤٢	٤٣ +
٦٠ ـ ٦٩	أقل من ١٦	١٦ ـ ٢٢	٢٣ ـ ٣٠	٣١ ـ ٤٠	٤١ +

ملّى لتر/ دقيقة/ كيلوجرام ml/ min/ Kg

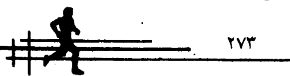
* ملّى لتر = ml
* دقيـــقة = min
* كيلوجرام = Kg

جدول رقم (٤٣)

ناتج الحد الأقصى للاستهلاك الأكسچيني للنساء من معدل النبض وحمل الشغل على الدراجة الأرجومترية ... (مستخلص من النوموجرام بواسطة استراند)

النبض	الحد الأقصى للاستهلاك الأكسچينى					النبض	الحد الأقصى للاستهلاك الأكسچينى				
	٣٠٠ ك ب/ق	٤٥٠ ك ب/ق	٦٠٠ ك ب/ق	٧٥٠ ك ب/ق	٩٠٠ ك ب/ق		٣٠٠ ك ب/ق	٤٥٠ ك ب/ق	٦٠٠ ك ب/ق	٧٥٠ ك ب/ق	٩٠٠ ك ب/ق
١٢٠	٢,٦	٣,٤	٤,١	٤,٨		١٤٨	١,٦	٢,١	٢,٦	٣,١	٣,٦
١٢١	٢,٥	٣,٣	٤,٠	٤,٨		١٤٩		٢,١	٢,٦	٣,٠	٣,٥
١٢٢	٢,٥	٣,٢	٣,٩	٤,٧		١٥٠		٢,٠	٢,٥	٣,٠	٣,٥
١٢٣	٢,٤	٣,١	٣,٩	٤,٦		١٥١		٢,٠	٢,٥	٣,٠	٣,٤
١٢٤	٢,٤	٣,١	٣,٨	٤,٥		١٥٢		٢,٠	٢,٥	٢,٩	٣,٤
١٢٥	٢,٣	٣,٠	٣,٧	٤,٤		١٥٣		٢,٠	٢,٤	٢,٩	٣,٣
١٢٦	٢,٣	٣,٠	٣,٦	٤,٣		١٥٤		٢,٠	٢,٤	٢,٨	٣,٣
١٢٧	٢,٢	٢,٩	٣,٥	٤,٢		١٥٥		١,٩	٢,٤	٢,٨	٣,٢
١٢٨	٢,٢	٢,٨	٣,٥	٤,٢	٤,٨	١٥٦		١,٩	٢,٣	٢,٨	٣,٢
١٢٩	٢,٢	٢,٨	٣,٤	٤,١	٤,٨	١٥٧		١,٩	٢,٣	٢,٧	٣,٢
١٣٠	٢,١	٢,٧	٣,٤	٤,٠	٤,٧	١٥٨		١,٨	٢,٣	٢,٧	٣,١
١٣١	٢,١	٢,٧	٣,٤	٤,٠	٤,٦	١٥٩		١,٨	٢,٢	٢,٧	٣,١
١٣٢	٢,٠	٢,٧	٣,٣	٣,٩	٤,٥	١٦٠		١,٨	٢,٢	٢,٦	٣,٠
١٣٣	٢,٠	٢,٦	٣,٢	٣,٨	٤,٤	١٦١		١,٨	٢,٢	٢,٦	٣,٠
١٣٤	٢,٠	٢,٦	٣,٢	٣,٨	٤,٤	١٦٢		١,٨	٢,٢	٢,٦	٣,٠
١٣٥	٢,٠	٢,٦	٣,١	٣,٧	٤,٣	١٦٣		١,٧	٢,٢	٢,٦	٢,٩
١٣٦	١,٩	٢,٥	٣,١	٣,٦	٤,٢	١٦٤		١,٧	٢,١	٢,٥	٢,٩
١٣٧	١,٩	٢,٥	٣,٠	٣,٦	٤,٢	١٦٥		١,٧	٢,١	٢,٥	٢,٩
١٣٨	١,٨	٢,٤	٣,٠	٣,٥	٤,١	١٦٦		١,٧	٢,١	٢,٥	٢,٨
١٣٩	١,٨	٢,٤	٢,٩	٣,٥	٤,٠	١٦٧		١,٦	٢,١	٢,٤	٢,٨
١٤٠	١,٨	٢,٤	٢,٨	٣,٤	٤,٠	١٦٨		١,٦	٢,٠	٢,٤	٢,٨
١٤١	١,٨	٢,٣	٢,٨	٣,٤	٣,٩	١٦٩		١,٦	٢,٠	٢,٤	٢,٨
١٤٢	١,٧	٢,٣	٢,٨	٣,٣	٣,٩	١٧٠		١,٦	٢,٠	٢,٤	٢,٧
١٤٣	١,٧	٢,٢	٢,٧	٣,٣	٣,٨						
١٤٤	١,٧	٢,٢	٢,٧	٣,٢	٣,٨						
١٤٥	١,٦	٢,٢	٢,٧	٣,٢	٣,٧						
١٤٦	١,٦	٢,٢	٢,٦	٣,٢	٣,٧						
١٤٧	١,٦	٢,١	٢,٦	٣,١	٣,٦						

(ك ب / ق) كيلو بوند/ دقيقة Kpm. min *

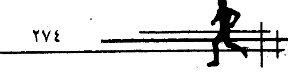


جدول رقم (٤٤)

ناتج الحد الأقصى للاستهلاك الأكسچينى للرجال من معدل النبض وحمل الشغل على الدراجة الأرجومترية ... (مستخلص من النوموجرام بواسطة استراند)

النبض	الحد الأقصى للاستهلاك الأكسچينى					النبض	الحد الأقصى للاستهلاك الأكسچينى				
	٣٠٠ ك ب/ق	٦٠٠ ك ب/ق	٩٠٠ ك ب/ق	١٢٠٠ ك ب/ق	١٥٠٠ ك ب/ق		٣٠٠ ك ب/ق	٦٠٠ ك ب/ق	٩٠٠ ك ب/ق	١٢٠٠ ك ب/ق	١٥٠٠ ك ب/ق
١٢٠	٢,٢	٣,٥	٤,٨			١٤٨		٢,٤	٣,٢	٤,٣	٥,٤
١٢١	٢,٢	٣,٤	٤,٧			١٤٩		٢,٣	٣,٢	٤,٣	٥,٤
١٢٢	٢,٢	٣,٤	٤,٦			١٥٠		٢,٣	٣,٢	٤,٢	٥,٣
١٢٣	٢,١	٣,٤	٤,٦			١٥١		٢,٣	٣,١	٤,٢	٥,٢
١٢٤	٢,١	٣,٣	٤,٥	٦,٠		١٥٢		٢,٣	٣,١	٤,١	٥,٢
١٢٥	٢,٠	٣,٢	٤,٤	٥,٩		١٥٣		٢,٢	٣,٠	٤,١	٥,١
١٢٦	٢,٠	٣,٢	٤,٤	٥,٨		١٥٤		٢,٢	٣,٠	٤,٠	٥,١
١٢٧	٢,٠	٣,١	٤,٣	٥,٧		١٥٥		٢,٢	٣,٠	٤,٠	٥,٠
١٢٨	٢,٠	٣,١	٤,٢	٥,٦		١٥٦		٢,٢	٢,٩	٤,٠	٥,٠
١٢٩	١,٩	٣,٠	٤,٢	٥,٦		١٥٧		٢,١	٢,٩	٣,٩	٤,٩
١٣٠	١,٩	٣,٠	٤,١	٥,٥		١٥٨		٢,١	٢,٩	٣,٩	٤,٩
١٣١	١,٩	٢,٩	٤,٠	٥,٤		١٥٩		٢,١	٢,٨	٣,٨	٤,٨
١٣٢	١,٨	٢,٩	٤,٠	٥,٣		١٦٠		٢,١	٢,٨	٣,٨	٤,٨
١٣٣	١,٨	٢,٨	٣,٩	٥,٣		١٦١		٢,٠	٢,٨	٣,٧	٤,٧
١٣٤	١,٨	٢,٨	٣,٩	٥,٢		١٦٢		٢,٠	٢,٨	٣,٧	٤,٦
١٣٥	١,٧	٢,٨	٣,٨	٥,١		١٦٣		٢,٠	٢,٨	٣,٧	٤,٦
١٣٦	١,٧	٢,٧	٣,٨	٥,٠		١٦٤		٢,٠	٢,٧	٣,٦	٤,٥
١٣٧	١,٧	٢,٧	٣,٧	٥,٠		١٦٥		٢,٠	٢,٧	٣,٦	٤,٥
١٣٨	١,٦	٢,٧	٣,٧	٤,٩		١٦٦		١,٩	٢,٧	٣,٦	٤,٥
١٣٩	١,٦	٢,٦	٣,٦	٤,٨		١٦٧		١,٩	٢,٦	٣,٥	٤,٤
١٤٠	١,٦	٢,٦	٣,٦	٤,٨	٦,٠	١٦٨		١,٩	٢,٦	٣,٥	٤,٤
١٤١		٢,٦	٣,٥	٤,٧	٥,٩	١٦٩		١,٩	٢,٦	٣,٥	٤,٣
١٤٢		٢,٥	٣,٥	٤,٦	٥,٨	١٧٠		١,٨	٢,٦	٣,٤	٤,٣
١٤٣		٢,٥	٣,٤	٤,٦	٥,٧						
١٤٤		٢,٥	٣,٤	٤,٥	٥,٧						
١٤٥		٢,٤	٣,٤	٤,٥	٥,٦						
١٤٦		٢,٤	٣,٣	٤,٤	٥,٦						
١٤٧		٢,٤	٣,٣	٤,٤	٥,٥						

* (ك ب / ق) كيلو بوند/ دقيقة Kpm. min



٣ ـ اختبار الخطو لكلية كوينز(١)

The Queens College Step Test :

يستخدم هذا الاختبار لقياس سعة الجهاز الدورى لطلاب وطالبات كلية كوينز بنيويورك، وفى هذا الاختبار يمكن استخدام مدرج ارتفاعه ١٦,٢٥ بوصة للسيدات مع أداء الخطو باستخدام توقيت (مترونوم) بمعدل ٨٨ ضربة/ دقيقة، أو عدد ٢٢ خطوة كاملة، وبالنسبة للرجال يكون التوقيت (المترونوم) بمعدل ٩٦ ضربة/ دقيقة، أو ٢٤ خطوة كاملة فى الدقيقة. هذا وتتم الخطوة الكاملة فى أربع عدات على المترونوم «لأعلى، لأعلى، لأسفل، لأسفل».

بعد عمل نموذج ليراه الطلاب تتم تجربة الطالب للأداء لمدة ١٥ ثانية لضبط توقيت المترونوم، ثم يبدأ الاختبار باستمرار العمل لمدة ثلاث دقائق، وفى نهاية العمل يظل الطالب واقفًا حتى يتم قياس معدل النبض على الشريان السباتى Carotid Artery لمدة ١٥ ثانية بعد أول خمس ثوان من نهاية العمل، ويتم ضرب عدد النبضات المحسوب خلال ١٥ ثانية فى أربعة لاستخراج معدل النبض فى الدقيقة.

بناء على ما سبق تتم معايرة النتائج تبعًا للنسب المئوية وتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين النسبى (ملّى/ كيلوجرام/ دقيقة) من الجدول رقم (٤٩) (عن Katch & McArdle, 1983 :) بناء على معدل النبض فى الدقيقة.

هذا ويمكن أيضًا استخدام المعادلة التالية :

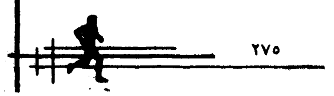
ـ الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (للذكور) :

١١١,٣٣ ـ (٠,٤٢ × معدل النبض بعد اختبار الخطوة).

ـ الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (للإناث) =

= ٦٥,٨١ ـ (٠,١٨٤٧ × معدل النبض بعد اختبار الخطوة).

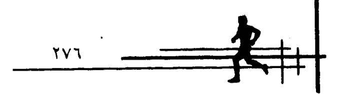
(1) Katch, F. I., and McArdle, W. D., (1983) : Natrition, Weight Control, and Exercise, 2nd. ed., LEA and Febiger, Philadelphia.



جدول رقم (٤٥)

الدرجة المئوية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين تبعًا لمعدل النبض خلال الاستشفاء من اختبار الخطو للذكور والإناث

الدرجة المئوية	معدل النبض للإناث	الأكسجين مل / كجم / ق	معدل النبض للذكور	الأكسجين مل / كجم / ق
١٠٠	١٢٨	٤٢,٢	١٢٠	٦٠,٩
٩٥	١٤٠	٤٠,٠	١٢٤	٥٩,٣
٩٠	١٤٨	٣٨,٥	١٢٨	٥٧,٦
٨٥	١٥٢	٣٧,٧	١٣٦	٥٤,٢
٨٠	١٥٦	٣٧,٠	١٤٠	٥٢,٥
٧٥	١٥٨	٣٦,٦	١٤٤	٥٠,٩
٧٠	١٦٠	٣٦,٣	١٤٨	٤٩,٢
٦٥	١٦٢	٣٥,٩	١٤٩	٤٨,٨
٦٠	١٦٣	٣٥,٧	١٥٢	٤٧,٥
٥٥	١٦٤	٣٥,٥	١٥٤	٤٦,٧
٥٠	١٦٦	٣٥,١	١٥٦	٤٥,٨
٤٥	١٦٨	٣٤,٨	١٦٠	٤٤,١
٤٠	١٧٠	٣٤,٤	١٦٢	٤٣,٣
٣٥	١٧١	٣٤,٢	١٦٤	٤٢,٥
٣٠	١٧٢	٣٤,٠	١٦٦	٤١,٦
٢٥	١٧٦	٣٣,٣	١٦٨	٤٠,٨
٢٠	١٨٠	٣٢,٦	١٧٢	٣٩,١
١٥	١٨٢	٣٢,٢	١٧٦	٣٧,٤
١٠	١٨٤	٣١,٨	١٧٨	٣٦,٦
٥	١٩٦	٢٩,٦	١٨٤	٣٤,١



اختبارات الكفاءة البدنية

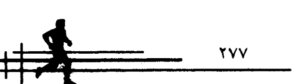
Physical Work Capacity Tests

ماهية اختبارات الكفاءة البدنية وأهميتها :

توجد اختبارات وظيفية كثيرة ومختلفة تستخدم للتقويم الموضوعى لحالة استعداد أجهزة جسم اللاعب وحالته التدريبية، ومن خلال نتائج هذه الاختبارات يمكن تقويم حالة الجسم ككل، وكذلك مدى تكيف أجهزة الجسم تحت تأثير برامج التدريب، كما تساعد هذه الاختبارات أيضًا فى الكشف عن الاحتياطى الوظيفى للجسم والكفاءة البدنية العامة، والتى يقصد بها كمية العمل الميكانيكى التى يستطيع اللاعب تنفيذها بشدة حمل عالية، وتختلف الاختبارات الوظيفية وتتعدد أنواعها من حيث تقويم وظائف الجسم المختلفة كل على حدة، إلا أننا سنتناول هنا اختبارات الكفاءة البدنية كنموذج لهذه الاختبارات، باعتبار أن الكفاءة البدنية تعنى **«كفاءة إنتاجية الجهاز الدورى والتنفسى والدم وكفاءة العضلات على استهلاك الأكسجين وإنتاج الطاقة»**، ولذا يمكن التعبير عنها بنتائج تأخذ أشكالا مختلفة منها الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين أو مقدار الشغل، كما يعبر عنه بالمقاومة والمسافة والزمن (كجم متر/ دقيقة أو كيلوبوند متر/ دقيقة أو الوات)، وهكذا فإن الكفاءة البدنية تعتبر مقياسًا كليًا لكثير من الوظائف الهامة لأعضاء الجسم.

ويراعى دائمًا أن بيانات الاختبارات الوظيفية تعالج عادة فى ضوء بعضها البعض وليس بطريقة منفصلة، كما تعالج أيضًا فى ضوء علاقتها بمستوى الأداء الرياضى للحكم على مدى فاعلية عملية التدريب . . ، ومثال على ذلك أن ارتفاع مستوى الأداء المهارى للاعب الجمباز قد يعوض عدم ارتفاع كفاءته البدنية العامة، وكذلك يلاحظ أن وظائف الجسم تعوض بعضها البعض حيث إن انخفاض نسبة الهيموجلوبين فى الدم يمكن أن تعوضه زيادة عدد الكرات الحمراء وبذا لاتنخفض سعة الدم الأكسوچينية.

وقد بدأت فكرة الاختبارات الوظيفية منذ بداية هذا القرن حيث اقترح مارتن Marten الاختبار الوظيفى مع الحمل البدنى، حيث يتم قياس تغيرات نشاط القلب بعد أداء حمل بدنى عبارة عن ثنى الركبتين كاملاً عشرين مرة، ثم تطورت هذه



الاختبارات لتشمل أنواعاً مختلفة من الحمل البدنى شملت الوثب فى المكان والجرى فى المكان، ثم العمل على الأرجوميتر أو السير المتحرك أو اختبار الخطوة. ويتطلب أداء مثل هذه الاختبارات مراعاة بعض الشروط التى لها تأثيرها على النتائج مثل درجة الحرارة والضغط الجوى والحالة النفسية للاعب، وفى بعض الأحيان تتطلب هذه الاختبارات وجود طبيب متخصص.

استخدام الحمل البدنى لأداء اختبارات الكفاءة البدنية

يتطلب أداء اختبارات الكفاءة البدنية استخدام حمل بدنى مقنن مثل الجرى أو خطوات الصعود والهبوط على صندوق، وهنا يمكن التعبير عن الكفاءة البدنية بكمية العمل الميكانيكى الذى تم تنفيذه بناء على المعادلة

$$N = P.h.F.K$$

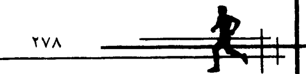
حيث P وزن المختبر ــ h طول الجسم ــ F معدل الصعود والهبوط (عدد الخطوات فى الدقيقة) ــ K معامل ثابت مقداره ١,٢٥ ـ ١,٥ تختلف من باحث إلى آخر، ومن هذه الاختبارات اختبار هارفرد واختبار ماستير.

وفى معظم الأحوال يؤدى الحمل البدنى على الدراجة الثابتة The Bicycle Ergometer وهذا الجهاز مركب بطريقة تمكن من التحكم فى مقاومة البدال حيث يحددها الباحث، ويوجد من هذا الجهاز نوعان:

أ ـ أرجوميتر مونارك Monark وتحدد المقاومة فى البدال بطريقة ميكانيكية يدوية، وكذا يمكن التحكم فى سرعة التبديل بواسطة المختبر نفسه، ويسهل حمل هذا الجهاز ونقله لاستخدامه فى الملاعب، وتم تعديل هذا الجهاز بواسطة شركة مونارك بمدينة فربرج بالسويد.

ب ـ الأرجوميتر الكهربائى. . ، ويختلف هذا عن النوع الأول فى أن مقاومة دوران البدال يتم التحكم فيها عن طريق المقاومات المغناطيسية الكهربائية وتبقى سرعة التبديل ما بين ٦٠ ـ ٧٠ دورة/ دقيقة.

ويمكن التعبير عن شدة الحمل (المقاومة) على جهاز الأرجوميتر بوحدة قياس بالكيلوجرام متر/دقيقة أو بالوات Watt وهو يساوى ٦ كيلوجرام متر/دقيقة

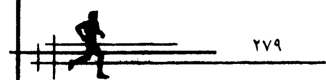


ويسمى أيضا كيلوبوند متر/ دقيقة بدلا من كيلوجرام؛ نظراً لأن وحدة القياس تعبر عن مقاومة وليس عن وزن. وقد صمم الأرجوميتر بحيث تعطى التروس والعجلة عند دورتها مرة واحدة مسافة ٦ متر من نقطة بداية الدورة حتى نهايتها. ويستخدم إلى جانب الأرجوميتر جهاز الميترونوم Metronome لضبط التوقيت بحيث يعطى هذا الجهاز التوقيت المطلوب فيكون ١٠٠ دقة لأداء ٥٠ دورة وتضبط باستخدام ساعة الإيقاف، وبذلك فإن كل دورة للبدال تعادل مسافة ٦ متر، فإذا كان عدد الدورات فى الدقيقة ٥٠ دورة فإن المسافة تكون ٦ × ٥٠ = ٣٠٠ متر / دقيقة.

ويدور حول العجلة حزام مثبت من طرفيه ببكرة مثبت بها بندول، ويعطى البندول مؤشرا لمدى القوة Force على طرفى الشريط أو الحزام، وعند شد الحزام يشير البندول الموجود على الرافعة إلى مقدار المقاومة الذى يكون أحياناً بالكيلوبوندات Kiloponds، والكيلوبوند هنا يقصد به الشدة أو القوة Force المحركة لكتلة كيلوجرام فى الظروف العادية للجاذبية الأرضية.

شروط أداء الاختبار وتحديد شدة الحمل :

يثبت الأرجوميتر فى وضع أفقى على سطح مستوٍ ويجلس الشخص على الأرجوميتر دون لمس البدال للتأكد أن البندول يشير إلى مستوى «الصفر». ثم يبدأ العمل مع تراخى الحزام مع رفع درجة المقاومة تدريجيًا باستخدام اليد حتى المستوى المطلوب، ثم يحسب الزمن عند انتظام المقاومة مع ملاحظة أن استمرار الأداء واحتكاك الحزام سوف يقلل من المقاومة وخاصة إذا استمر استخدام الجهاز لفترة طويلة، لذلك يراعى دائما ملاحظة مستوى المقاومة مرة كل دقيقة وتعديلها فى حالة انخفاضها نتيجة لذلك، ويمكن استخدام هذا الجهاز لتحديد الكفاءة البدنية عند النبض ١٧٠ PWC 170، وكذلك لتحديد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين مع ملاحظة أن استهلاك الأكسجين يزيد تبعاً لزيادة المقاومة حتى مستوى ٢٥٠ وات (٢٥٠ × ٦ = ١٥٠٠ كجم متر/ ق) حيث إن زيادة شدة الحمل عند هذا المستوى حتى تصل إلى ٣٠٠ وات لا يصاحبها زيادة فى استهلاك الأكسجين نتيجة للوصول إلى الحد الأقصى عند درجة أقل من ذلك، ويمكن أن يستمر العمل العضلى بعد ذلك على حساب إنتاج الطاقة اللاهوائية.



اختبار الكفاءة البدنية ١٧٠ PWC 170

أعد هذا الاختبار سيوستراند فى الخمسينيات بالجامعة الملكية باستكهولم بهدف تحديد الكفاءة البدنية للرياضيين، وسمى هذا الاختبار PWC اختصارا لكلمة Physical Working Capacity، ويرمز لهذا الاختبار فى منظمة الصحة الدولية برمز W_{170}، ويدل الرقم ١٧٠ على مقدار الحمل البدنى الذى يمكن أداؤه عندما يكون معدل القلب ١٧٠ ضربة/دقيقة، وقد تحدد هذا المعدل لسرعة القلب بناء على عاملين أساسيين هما:

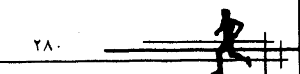
العامل الأول ـ أن مدى العمل الوظيفى المثالى للجهازين الدورى والتنفسى تكون عندما يتراوح معدل القلب فى حدود ١٧٠ ـ ٢٠٠ ضربة/دقيقة، ولذا فإن كفاءة هذين الجهازين تتضح عند أداء الحمل البدنى عند هذا المستوى.

العامل الثانى ـ أن العلاقة المتبادلة بين معدل القلب وشدة الحمل البدنى تأخذ خطاً مستقيماً لدى معظم الرياضيين حتى معدل القلب ١٧٠ ضربة/دقيقة وتختل هذه العلاقة عندما يزيد معدل القلب عن ذلك.

استخدام الدراجة (الأرجوميتر):

عند ظهور هذا الاختبار فى الخمسينيات كان يتم بأن يؤدى المختبر درجات مختلفة من شدة الحمل البدنى المقنن على الأرجوميتر تتدرج حتى يصل معدل القلب إلى ١٧٠ ضربة/دقيقة، وبناء على هذا فقد يؤدى اللاعب من خمسة إلى ستة أحمال بدنية ذات شدة مختلفة إلا أن هذا النظام كان يستغرق وقتاً طويلا علاوة على أنه مجهد للاعبين، حيث كان كل حمل يؤدى لمدة ٦ دقائق لذا لم يلق هذا الاختبار انتشاراً واسعًا.

وفى الستينيات أصبح تقدير الكفاءة البدنية أكثر سهولة باستخدام شدتين مختلفتين من شدات الحمل أو ثلاث بحيث تكون الشدات كلها بدرجات معتدلة، ويحدد بناء على ذلك مستوى الكفاءة البدنية عند النبض ١٧٠ باستخدام الرسم البيانى، حيث يقاس معدل القلب بعد أداء كل شدة (N_1, N_2) ويحدد معدل القلب بكل شدة ثم ترسم هذه العلاقة فى شكل بيانى توضح عليه فى نقطتين



معدلات القلب المقابلة لكل شدة ثم يمـد الخط الواصل بين النقطتين إلى أن يلتقى أمام النقطة المقابلة لمعـدل القلب ١٧٠ ضربة/دقيقة، وهنا فإن العـمود الساقط من هذه النقطة على المحـور الأفقى يشـير إلى مسـتوى شـدة الحمل البدنـى «الكفاءة البدنيـة» التى تقابل مـعدل القلب ١٧٠ ضربـة/دقيقـة والتى يطلق عليهـا الكفاءة البدنية ١٧٠ أو PWC_{170}، وتجنبا لعيوب طريقة الرسم البيانى وكثرة الأخطاء التى قد تنجم عنها فقد استكمل كاربمان هذا العمل ووضع معادلته الشهيرة :

$$PWC_{170} = N_1 + (N_1 + N_2) \left(\frac{170 - F_1}{F_2 - F_1} \right)$$

حيث N_1 شدة الحمل الأولى، N_2 شدة الحمل الثانية، F_1 هى معدل القلب الأول بعد الشدة الأولى، F_2 معدل القلب الثانى بعد شدة الحمل الثانية.

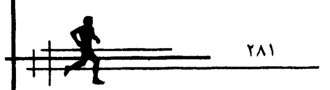
ولتطبيق هذا الاختبار فى الظروف المعمليـة لابد من استخدام جهاز الدراجة الثابتة حـتى يمكن أداء الحملين مختلفى الشدة، وتكون سرعـة التبديل ٦٠ ـ ٧٠ دورة/ دقيقة.

- ويستـمر أداء الحمل الأول خمس دقـائق وتكون شدته منخفـضة ويمكن تحديدها تبعا للوزن كما فى الجدول رقم (٤٦).

- يجلس المختبر بعد أداء الحمل الأول على الأرجوميتر للراحة لمدة ٣ دقائق

- يؤدى الحمل الثانى لمدة ٥ دقائق مع استـخدام شدة حمل أعلى، وتتحدد شدة الحمل الثـانية تبعاً لنتـيجة معـدل القلب بعد استخـدام شدة الحمل الأولى، ويستعان فى ذلك بجدول رقم (٤٧).

ومثال على ذلك فـإذا كان هناك شخص يبلغ وزنه ٧٠ كيلوجـرام فإن شدة الحمل الأولى سـتكون ٦٠٠ كجم متـر/دقيقـة، فإذا بلغ مـعدل القلب لدى هذا اللاعب بعد أداء الحمل بهذه الشدة ١١٠ ضربة/دقـيقة فإن شدة الحمل الثانى بناء على الجدول الثانى تـكون ١٠٠٠ كجم متر/دقيـقة، وبناء على ذلك يكون الزمن الكلى للاختـبار بفـترة الراحـة ١٣ دقيـقة، ويجب الالتـزام بكل دقة عند تنفـيذ الاختبار لضمان الحصول على نتائج دقيقة.

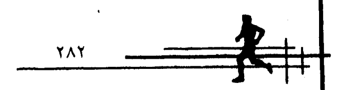


جدول رقم (٤٦)
تحديد شدة الحمل الأول لاختبار الكفاءة البدنية
تبعاً لوزن الجسم

الوزن (كجم)	شدة الحمل الأول (كجم متر/دقيقة)
أقل من ٥٩	٣٠٠
٦٠ _ ٦٤	٤٠٠
٦٥ _ ٦٩	٥٠٠
٧٠ _ ٧٤	٦٠٠
٧٥ _ ٧٩	٧٠٠
٨٠ فأكثر	٨٠٠

جدول رقم (٤٧)
تحديد شدة الحمل الثانى لاختبار الكفاءة البدنية
تبعاً لمعدل القلب بعد الحمل الأول

شدة الحمل الأول (كجم متر/دقيقة)	معدل القلب بعد الحمل الأول				
	٨٠ _ ٨٩	٩٠ _ ٩٩	١٠٠ _ ١٠٩	١١٠ _ ١١٩	١٢٠ _ ١٢٩
٤٠٠	١١٠٠	١٠٠٠	٩٠٠	٨٠٠	٧٠٠
٥٠٠	١٢٠٠	١١٠٠	١٠٠٠	٩٠٠	٨٠٠
٦٠٠	١٣٠٠	١٢٠٠	١١٠٠	١٠٠٠	٩٠٠
٧٠٠	١٤٠٠	١٣٠٠	١٢٠٠	١١٠٠	١٠٠٠
٨٠٠	١٥٠٠	١٤٠٠	١٣٠٠	١٢٠٠	١١٠٠



ويمكن من خلال تحديد الكفاءة البدنية الحصول على بيانات كثيرة عن اللاعبين واستخدام هذه النتائج في الدراسات العلميه عند مقارنه ديناميكية تأثير التدريب خلال الموسم التدريبي على اللاعبين، ونظراً لتغير وزن اللاعب فإننا نستخدم ما يسمى الكفاءة البدنية النسبية وهى ناتج قسمة الكفاءة البدنية المطلقة على وزن الجسم، ولذا فإن قياسها يأخذ الرمز كجم متر/ دقيقة/ كجم، ويبلغ مستوى الكفاءة البدنية لدى الشباب غير المدرب من ٧٠٠ - ١١٠٠ كجم متر/ دقيقة، وللإناث ٤٥٠ - ٧٥٠ كجم متر/ دقيقة، وتبلغ الكفاءة النسبية لغير المدربين ١٥,٥ كجم متر/ دقيقة/ كجم، ولغير المدربات ١٠,٥ كجم متر/ دقيقة/ كجم. وتختلف هذه الأرقام بالنسبة للرياضيين حيث تبلغ ٢٥٠٠ كجم متر/ دقيقة/ كيلوجرام والنسبية ٣ كيلوجرام متر/ دقيقة/ كيلوجرام، ويستخدم هذا الاختبار لجميع الرياضيين والمبتدئين

اختبارات الكفاءة البدنية الخاصة :

انتشرت اختبارات الكفاءة البدنية الخاصة في مجال الطب الرياضي التطبيقي، حيث يتفق العمل العضلي في هذه الاختبارات مع التخصص الرياضي، وقد أجريت التجارب والدراسات التي دلت على صلاحية استخدام هذه الاختبارات في الأنشطة الرياضية ذات الحركة الوحيدة المتكررة، مثل الجرى والسباحة والدراجات والتجديف حيث لوحظ أن هناك علاقة طردية بين معدل القلب حتى ١٧٠ ضربة/ دقيقة وسرعة قطع المسافة في هذه الأنشطة الرياضية، وبناء على ذلك تستخدم نفس الفكرة السابق استخدامها في اختبارات الكفاءة البدنية العامة حيث يقوم اللاعب باستخدام حملين ذوى شدة معتدلة، إلا أن الحمل هنا يكون في شكل النشاط الرياضي الطبيعي، بمعنى الجرى أو السباحة مثلا، وتستخدم نفس المعادلة مع استبدال عنصر الشدة (N) بعنصر السرعة (V)، أى المسافة على الزمن وهكذا كانت المعادلة كما يلي :

$$Pwc_{170}\ (V) = v_1 + (v_2 - v_1)\ \frac{170 \quad f1}{f2 \quad f1}$$

حيث (V) Pwc_{170} = تعنى الكفاءة البدنية معبرا عنها بسرعة الانتقال الحركى (متر/ ثانية) عندما تكون سرعة القلب ١٧ ضربة/ دقيقة.

ولتنفيذ الاختبار يطلب من اللاعب أداء حملين معتدلى الشدة من حيث السرعة، وتكون فترة الأداء فى حدود ٤ ـ ٥ دقائق لكل حمل بحيث يصل اللاعب إلى الحالة الثابتة، وفى نهاية أداء كل حمل تسجل سرعة القلب مع قياس زمن أداء الحمل بساعة الإيقاف، وبعد معرفة طول المسافة يتم استخراج سرعة الانتقال بقسمة المسافة على الزمن. وتحدد سرعة القلب عن طريق الجس لتحديد سرعة النبض أو السمع خلال أول ٥ ثوان بعد انتهاء الأداء أو فى آخر ٣٠ ثانية من العمل بواسطة طريقة تسجيل ضربات القلب عن بعد (التلمترية).

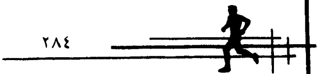
١ ـ اختبار الكفاءة البدنية الخاصة للجرى :

يتميز هذا الاختبار بسهولة التنفيذ حيث لايتطلب أى إمكانات، ويمكن أداؤه فى الملعب بدون استخدام سرعة جرى عالية، ويقوم أيضًا على نفس فكرة استخدام حملين معتدلى الشدة أحدهما أقل شدة وهو الحمل الأول يعقبه الحمل الثانى بعد فترة راحة وهو الأعلى شدة مع قياس معدل القلب فى نهاية كل حمل.

الحمل الأول : جرى ٨٠٠ متر بطريقة الهرولة بحيث يتراوح زمن كل ١٠٠ متر ما بين ٣٠ ـ ٤٠ ثانية، وبذلك يكون زمن ٨٠٠ متر من ٤ ـ ٥,٢٠ دقيقة تقريبًا.

الحمل الثاني : جرى ١٢٠٠ متر بسرعة أعلى قليلا من سرعة الجرى الأولى، بحيث يتراوح زمن كل ١٠٠ م فى حدود ٢٠ ـ ٣٠ ثانية وبذا يكون زمن قطع المسافة الكلى حوالى ٤ ـ ٦ دقائق. وتعطى فترة راحة من ٣ ـ ٥ دقائق بين الحملين.

ويعبر عن مقدار الكفاءة البدنية بناتج المعادلة السابقة بالمتر/ ثانية، وكلما زاد هذا المقدار كان هذا دليلا على زيادة الكفاءة البدنية. وتتراوح الكفاءة البدنية الخاصة للاعبى الجرى عادة ما بين ٢,٥ ـ ٥ متر/ ثانية، وأعلى مستوى ٤ ـ ٥ متر/ ثانية أو أكثر من ذلك للاعبى المسافات الطويلة أو المتوسطة، أما بالنسبة



للاعبى المسافات القصيرة فتبلغ كفاءتهم ٢,٥ ـ ٣,٥ متر/ ثانية، وللاعب كرة القدم ٤,٨، والملاكمة ٣,٢٩ متر/ثانية. ويتأثر مستوى الكفاءة البدنية بمستوى اللاعب الرياضى حيث تبلغ لدى لاعبى كرة القُدم للدرجة الثانية مثلا ٣ ـ ٣,٥ متر/ ثانية، وتبلغ لدى لاعبى الدرجة الأولى أزيد من ذلك بحوالى ٥٠٪، كما تقل لدى الإناث عن الذكور بحوالى ٢٠٪.

٢ ـ اختبار الكفاءة البدنية الخاصة للسباحة :

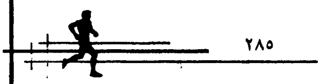
ويستخدم فى السباحة أيضًا حملان مختلفان الشدة كما يلى :

الحمل الأول : يسبح السباح بسرعة منتظمة لمسافة ٢٠٠ متر بحيث يكون متوسط كل ٥٠ متر فى حدود ٥٠ ـ ٦٠ ثانية، وبذلك يبلغ الزمن الكلى لقطع ٢٠٠ متر ٣,٢٠ ـ ٤ دقيقة.

الحمل الثانى : يؤدى السباح مسافة ٣٠٠ متر سباحة بسرعة أعلى قليلا من الحمل الأول بحيث يكون متوسط زمن كل ٥٠ متر فى حدود ٤٠ ـ ٥٠ ثانية بحيث يبلغ الزمن الكلى لقطع المسافة ٣,٢٠ ـ ٥ دقائق، ويراعى تخصيص فترة راحة بين الحملين من ٣,٥ ـ ٥ دقائق.

ويلاحظ قياس سرعة القلب فى نهاية كل حمل، وبعد تسجيل الزمن تستخدم المعادلة Pwc (V)، وكلما كان ناتج المعادلة مرتفعًا دل ذلك على تحسن حالة الكفاءة البدنية الخاصة بالسباح. وتتراوح عادة لدى سباحى الدرجة الأولى ١,٢٥ ـ ١,٣٥ متر/ثانية، ولسباحى المستويات العالية من ١,٣٥ ـ ١,٤٥ متر/ ثانية. وتقل الكفاءة البدنية الخاصة للإناث عن الذكور فى السباحة بمقدار حوالى ١٠ ـ ١٥٪.

كما تتأثر الكفاءة البدنية الخاصة بالسباحة بنوع طريقة السباحة المستخدمة حيث تكون أسرعها عند استخدام سباحة الزحف، ويليها الدولفن ثم الظهر ثم الصدر. ولكن عادة يفضل استخدام سباحة الزحف.



٣ ـ اختبار الكفاءة البدنية الخاصة لكرة اليد [1] :

تعتمد فكرة هذه الاختبارات على رأى هوفوركوفا Hovorkova ، فى أن هناك ارتباطًا موجبًا بين حمل التدريب والحمل الواقع على كاهل اللاعب عند أداء الاختبارات الوظيفية، إذ تعكس هذه الاختبارات الوظيفية مستوى لياقة اللاعب عن طريق الارتباط المشاهد بين أداء اللاعب لاختبارات وقياسات النبض المسجلة له بعد أداء الاختبار وفقًا لنظام محدد، وذلك فى غضون فترات تدريب زمنية من أربعة إلى ستة أسابيع. وبهذا الأسلوب تكون الاختبارات قد ساهمت فى تقويم مستوى لياقة اللاعب، بالإضافة إلى تحديد مستواه الحالى (القدرة الراهنة Ability) تمهيدًا لبناء جرعات التدريب التالية.

وفيما يلى مواصفات هذه الاختبارات :

(أ) اختبارات فترة الإعداد من موسم التدريب :

حيث إنه من المعروف طبقًا لنظريات وأصول علم التدريب الرياضى أن فترة الإعداد من موسم التدريب تتضمن تدريبات تهدف إلى التنمية الشاملة للمجموعات العضلية للجسم، فإن الاختبارات المستخدمة فى هذه الفترة يجب أن تتوافق مع غرض التدريب، كما يجب أن تصطبغ بطبيعة هذه المرحلة أيضًا. هذا يعنى فى مضمونه أن تأخذ الاختبارات مواصفات التدريب المستخدمة، بالإضافة للاعتبارات الخاصة بحمل التدريب وكثافته تبعًا للمراحل السنية المختلفة.

فى حدود هذا المفهوم، فإن فكرة هذا الاختبار تعتمد على إجراء قياس للنبض وتسجيله، ثم أداء مجموعة من التمرينات المحددة من حيث الحمل (التكرار، الشدة، الكثافة) وفقًا لنظام معين . . ، على أن يلى ذلك قياس للنبض فى فترات محددة بعد أداء التمرين (خمس مرات)، إذ تعبر هذه القياسات الخمس للنبض عن منحنى النبض فى الرجوع إلى الحالة الطبيعية (القياس السابق لأداء التمرين)، وهذا ما يعرف بسرعة استعادة الشفاء Recovery .

---

(١) للاستزادة حول اختبارات كرة اليد راجع :
كمال عبد الحميد، محمد صبحى حسانين (١٩٨٠) : القياس فى كرة اليد، دار الفكر العربى، القاهرة.

وضع هذا الاختبار مجموعة من العلمـاء بغرض تقويم مستوى التدريب فى رياضة كرة اليد وهم :

- هاينز بوبل Heinz Bubel .
- جيرهارد فيك Gerhard Feck .
- هاينز شتبيلر Heinz Stubler .
- فردريش تروجش Friedrich Trogsch .

فى ضوء ما سبق، فإن أداء هذا الاختبار يتضمن (*) :

١ - قياس النبض قبل الأداء ويسجل.

٢ - أداء التدريبات التالية :

- تدريبات على جهاز العقلة.
- الوثب على جهاز المهر (البك).
- تدريبات التعلق.
- التسلق على عقل الحائط.
- التحرك من التعلق على العقلة.
- أداء ست وثبـات متتـالية من فـوق عارضـة ارتفاعـها عن الأرض خمسون سنتيمترًا.

٣ - تسجيل النبض وفقًا لما يلى (بعد أداء التمرينات السابقة) :

- بعد الأداء مباشرة، ويسجل.
- بعد مرور دقيقة من القياس الأول، ويسجل.
- بعد مرور دقيقة من القياس الثانى، ويسجل.
- بعد مرور دقيقة من القياس الثالث، ويسجل.
- بعد مرور دقيقة من القياس الرابع، ويسجل.

يجب ملاحظة ضـرورة الاستمرار فى القيـاس على نفس المعدل والأسلوب إلى أن تصل سرعة النبض إلى المعدل التى كانت عليه فى القياس الذى تم قبل أداء التمرينات.

(*) يمكن تصميم نماذج مماثلة للأنشطة الرياضية الأخرى.

يسجل للمختبر سرعة النبض فى القياسات التى تمت قبل وبعد التدريب إلى أن تصل سرعة النبض إلى مستواها المحدد فى القياس الذى تم قبل التدريب، كما تسجل الفترة الزمنية الواقعة بين لحظة نهاية التدريب ولحظة وصول سرعة النبض إلى الحالة الطبيعية (التى كانت عليها قبل بدء التدريب).

التقويم : تعتبر القياسات التى تم إجراؤها بعد أداء التمرينات مؤشراً لمعدل سرعة النبض فى العودة إلى الحالة الطبيعية (سرعة استعادة الشفاء Recovery)، ومن الممكن التعبير عن ذلك فى شكل منحنى بيانى. كما يعبر الزمن المسجل بين لحظة الانتهاء من أداء التمرينات ولحظة وصول النبض فى سرعته إلى الحالة الطبيعية (نفس المعدل الذى تم تسجيله لسرعة النبض قبل أداء التمرينات) عن الحالة الوظيفية للاعب، ويجب ملاحظة أن صغر الزمن هذا دلالة على جودة الحالة الوظيفية للمختبر.

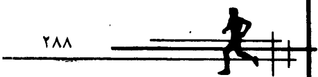
اختبارات فترة المسابقات من موسم التدريب :

لما كانت فترة المسابقات تتضمن إعداد اللاعب للمنافسات التى سيخوضها، فإن هذا يتطلب أن تعكس الاختبارات المستخدمة فى هذه الفترة طبيعة اللعبة ومهاراتها، على أن تؤدى فى ظروف مشابهة لظروف الأداء الفعلى فى اللعب بأسلوب يعكس اللياقة الوظيفية للمختبر.

وفيما يلى مواصفات الاختبارات التى وضعها الخبراء لهذا الغرض للاعبى كرة اليد :

١ ـ الاختبار الأول : العدو، والاستلام والتمرير ثم الاستلام، التنطيط والتصويب :

يقف المختبر على خط منطقة المرمى ومواجها للمرمى الآخر، وعند صدور إشارة البدء من المدرب يجرى بأقصى سرعة جهة المرمى الآخر، وعند وصوله إلى منتصف الملعب، يستقبل تمريرة صادرة من زميل ثم يعيدها له مرة أخرى (يتم ذلك خلال الجرى)، ثم يتابع الجرى إلى أن يصل إلى المرمى الآخر، ثم يستدير ويعود مرة أخرى ليستقبل فى منتصف الملعب تمريرة أخرى من نفس الزميل على أن يقوم بتنطيط الكرة باستمرار عقب استلامها إلى أن يصل إلى دائرة المرمى الذى بدأ من عنده الاختبار لتصويب الكرة إلى المرمى مع مراعاة أن يكون التصويب من الوثب.



التسجيل :

(١) يتم تسجيل الزمن الذى استغرقه اللاعب فى أداء الاختبار من لحظة صدور إشارة البدء حتى الانتهاء من التصويب.

(٢) تقاس سرعة النبض عقب الانتهاء من الاختبار مباشرة باستخدام نفس الأسلوب السابق ذكره فى الاختبار السابق.

التقويم : يتم التقويم عن طريق مقارنة سرعة العودة للحالة الطبيعية، وزمن أداء الاختبار . . ، مع ملاحظة أن نقصان زمن أداء الاختبار، وسرعة العودة للحالة الطبيعية دلالة على كفاءة اللاعب وجودة مستوى التدريب.

٢ ـ الاختبار الثانى : العدو، والاستلام والتصويب :

فى هذا الاختبار يقف اللاعب على منتصف خط المرمى، وعند صدور إشارة من المدرب يعدو إلى أن يصل إلى منتصف الملعب، ثم يستدير ليعود مرة أخرى على أن يستقبل أثناء ذلك تمريرة قادمة له من زميل، ثم يصوب إلى المرمى، على أن يكون التصويب من الوثب.

التسجيل :

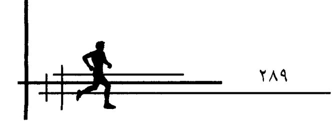
(١) يتم تسجيل الزمن الذى استغرقه اللاعب من لحظة صدور إشارة البدء حتى الانتهاء من التصويب.

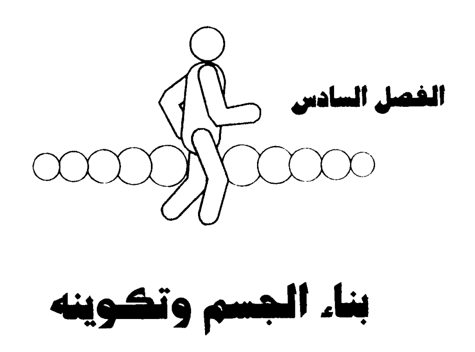
(٢) يحسب الزمن الذى استغرقه النبض وضغط الدم فى الرجوع إلى الحالة الطبيعية، وذلك بحساب الزمن من لحظة الانتهاء من الاختبار حتى اللحظة التى يصل فيها ضغط الدم والنبض إلى الحالة العادية، ويتحدد ذلك فى ضوء قياسات النبض وضغط الدم المتتالية بعد الانتهاء من الاختبار كما هو متبع فى الاختبار السابق الإشارة إليه.

التقويم : يتم التقويم عن طريق مقارنة سرعة النبض وضغط الدم من زمن أداء الاختبار، مع ملاحظة أن نقصان الزمن وسرعة العودة بالنبض وضغط الدم إلى الحالة الطبيعية تكون بمثابة دلالة على كفاءة اللاعب وجودة التدريب.

بالإضافة لما سبق تضاف درجات لتقويم أداء اللاعب فى النواحى التالية :

- قوة التصويب.
- دقة التصويب (مدى إحراز الأهداف).
- فن أداء التنطيط (أى صحة التنطيط).
- مستوى الأداء الحركى للاعب.





الفصل السادس

بناء الجسم وتكوينه



لكل نشاط رياضى متطلبات جسمانية خاصة يلزم توافرها فيمن يستهدف إحراز الميداليات والبطولات فى هذا النشاط.

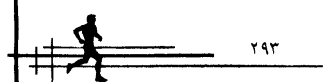
كما يجب أن يكون واضحًا أن لاعب المركز Center فى كرة السلة الذى طوله ٢١٠ سم لايمكن تطويره مطلقًا ليصبح جوكى Jockey محترفًا، وبالمثل فإن لاعب جرى المارثون Marathon الذى وزنه ١٣٠ رطلا لايمكن أن يكون مرشحًا لموقع على خط الدفاع فى فريق لكرة القدم الأمريكية من المحترفين.

إن الحجم Size، والشكل Shape، والبناء Build، والتكوين Composition لجسم الشخص الرياضى تمثل العوامل الحاسمة للإنجاز والتفوق الرياضى . . ، أى أن الرياضى محدد بما ورثه من أبوية . . . وهذه كلمات الخبراء والعلماء فى هذا الشأن :

"The athlete is then limited by what was given to him by his parents"

وحيث إن الرياضى محدد بما ورثه من أبويه، فإنه لايمكن صناعة البطل الرياضى من أى جسم مهما يكن، وأعظم المدربين قاطبة لايستطيع إعداد بطل فى العدو مثلا من شخص سميك المقعدة، والشخص السمين لن يكون فى يوم ما بطلا فى سباقات الجرى أو الوثب . . ، كما لن يكون أبدا لاعبًا محترفًا فى كرة القدم، وأى عصا سحرية لن تمكن الفرد النحيف من الصعود على منصة الفوز فى إحدى مسابقات الرمى فى ألعاب القوى.

المدربون المحترفون يعرفون هذه الحقائق جيدًا، لذلك أول ما يشغل بالهم هو البحث والتنقيب عن الخامات الرياضية المثمرة والمبشرة بالنجاح والتفوق الرياضى، وأدواتهم فى هذه العملية هى المواصفات الجسمية المناسبة لنوع النشاط الرياضى. . ، بهذه البداية الجيدة ومع إضافة التدريب البدنى Physical training المبنى على أسس علمية سليمة، والتغذية والرعاية الصحية والاجتماعية والنفسية،



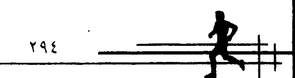
والرغبة والميل والدافع من الفرد الرياضى نفسه . . ، بإضافة كل ذلك تصبح مقومات صناعة البطل الرياضى قد اكتملت، وأصبحنا قاب قوسين أو أدنى إلى أن نزف لعالم الرياضة نجمًا يصول ويجول فى الساحات الرياضية رافعا علم بلده عازفا لنشيدها الوطنى.

لكل لاعب بروفيل موروث Genetic Profile . . ، وهذا يفرض حدودًا على كل من بناء جسمه Body build وتكوينه Composition، فالتدريب الرياضى للجهاز العضلى سوف ينمى كتلة العضلات muscle mass محدثًا زيادة فيها بدرجات متفاوتة، كما أن التغذية المناسبة والتدريب الرياضى المقنن عندما يتزامنان سوف يؤديان إلى نقص كبير فى دهن الجسم body fat . . ، وهذا أمر يشير إلى إمكانية التطوير، ولكن إذا قارنا ذلك بالمستويات العريضة لأحجام الأجسام وبنائها فى عالم الرياضيين ككل من أصغر لاعب جمباز إلى أضخم مصارع نجد أن نطاق التنوع فى أى فرد صغير ومحدود للغاية.

وتفسير ذلك: أن الرياضى محاصر بما ورثه، وأن كل لعبة لها متطلباتها البدنية، وأن حدود التطوير فى إطار البطل الرياضى محدودة للغاية فى بعض المقومات وممكنة إلى حد ما فى البعض الآخر . . ، وهو أمر يجب تفهمه سواء من جانب المدربين أو اللاعبين.

خذ مثلا . . ، نمط الجسم Body Type إمكانات التغيير فيه تكاد تكون معدومة خاصة فى سن البطولة . . ، عن ثبات النمط الجسمى Somatotype يشير شيلدون Sheldon وهو أبرز من عمل فى مجال أنماط الأجسام دون منازع . . ، يشير إلى أن النمط الجسمى يمثل المسار أو الممر الذى سيسلكه الكائن الحى فى ظل ظروف التغذية العادية وانعدام حالات الاضطراب المرضى الشديد، وأن تحديد النمط الأصلى Genotype يتطلب بالإضافة إلى دراسة نمط الجسم الحالى استيفاء سجل كامل عن الأجداد والأنسال وإجراء كل ما هو متاح من الاختبارات البيولوجية.

وبصرف النظر عن اختلاف العلماء حول مدى ثبات نمط الجسم على مدار حياة الشخص أمثال شيلدون Sheldon من ناحية، وهيث وكارتر Heath & Carter



(يريان أن الشخص له عـدة أنماط جسمية على مـدار حياته) من ناحيـة أخرى فإن هناك شبه إجماع منهم جـميعًا على أن هذا الثبات النسبى موجـود بقدر كبير على مدار الحياة الرياضيـة للرياضى . . ، على الأقل لن يحدث تغير درامى Dramatic Chift فى نمط جسـمى بمكوناته الثـلاثة (سمين، عـضلى، نحيف) إلـى نمط آخر خلال الحياة الرياضية للفرد الرياضى .

فى حين أن تكوين الجسم Body Composition وهو مصطلح علمى يشير إلى نسب وجود الأجزاء الدهنية واللادهنية فى الجسم . . ، يمكن إحداث تغيرات ملموسة فيه، وهذا الأمر له أهمية كبـرى فى المجال الرياضى، فمثلا توجد علاقة عكسية بين نسبة وجود الدهون فى الجسم واللياقة البدنية Physical Fitness .

فى هذا الفـصل نتعرض لثـلاثة مجـالات مهـمة هى بناء الجـسم، وحجم الجسم، وتكوين الجـسم . . ، على أساس أن هذه المصطلحات الثـلاثة تمثل أساس البناء الفيزيقى للبطل الرياضى .

أولاً ـ بناء الجسم Body Build

١ ـ ماهية بناء الجسم :

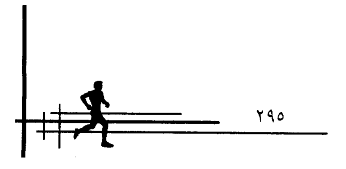
يشير مصطلح بناء الجسم Body Build إلى :

- مورفولوجية الجسم Body Morphology .
- أو شكل الجسم Body Form .
- وتكوين الجسم Body Structure .

وقـياس نمط الجـسم Somatotype هو أسلوب علمى مـسـتـخـدم لوصف مورفولوجية الجسم morphology of the body على أساس كمى .

كل نظم دراسة نمط الجـسم مبنية على أسـاس أن الجسم يضم ثلاثة مكونات رئيسية three major components أو ثلاثة أبعاد three dimensions هى :

- السمنة Fatness .
- العضلية Muscularity .
- النحافة Linearity .



وهذه المكونات أو الأبعاد أعطيت أسماء (مصطلحات) هى :

- السمنة Endomorphy .

- العضلية Mesomorphy .

- النحافة Ectomorphy .

ولكون الشخص له درجة ما على كل هذه المكونات فقد تم استنباط أسلوب لتقدير معدلاتهم بحيث يعطى لكل فرد رتبة فى كل مكون من المكونات الرئيسية الثلاثة، والأسلوب الأصلى Original System الذى توصل له شيلدون Sheldon استخدم لتحقيق هذا الغرض معدلات مقياسية Rating Scale من ١ إلى ٧ علامات designate يحدد فى ضوئها وعلى أساس متزايد سيادة مكون على الآخر نسبياً وعلى التوالى. فمثلا التقدير (٢ - ٧ - ٢) (*) يمثل نمطا فيه سيادة نسبية لمكون العضلية مع تقدير متكافئ لمكونى السمنة والنحافة . . . ، فهو نمط عضلى متزن.

٢ - التقدير الكمى لنمط الجسم :

بناء على ذلك يتم تقويم كل مكون (سمين، عضلى، نحيف) فى ضوء مقياس النقاط السبعة 7- point scale من درجة واحدة إلى سبع درجات بحيث :

- تمثل الدرجة (١) الحد الأدنى المطلق للمكون.

- تمثل الدرجة (٧) أكبر قدر ممكن من المكون.

فإذا كان تقدير النمط (١ - ١ - ٧) فهذا يعنى أعلى معدل للسمنة، فى حين مكونى العضلية والنحافة فى أدنى قيمة لهما . . ، فهذا هو النمط السمين المتطرف extreme.

وإذا كان تقدير النمط (١ - ٧ - ١) فهذا يعنى أعلى معدل للعضلية، فى حين مكونى السمنة والنحافة فى أدنى قيمة لهما . . ، فهذا هو النمط العضلى المتطرف.

(*) الرقم الذى على اليسار (٢) يمثل السمنة، والرقم الذى فى المنتصف (٧) يمثل العضلية، والرقم الذى على اليمين (٢) يمثل النحافة.

وإذا كان تقـدير النمط (٧ ـ ١ ـ ١) فهذا يعنـى أعلى معدل للنحـافة ، فى حين مكونى العضليـة والسمنة فى أدنى قيمـة لهما . . ، فهـذا هو النمط النحيف المتطرف .

وهكذا يتفاوت الأمر لقيم الدرجات المعطاة لكل من المكونات الثلاثة الأولية (سمين، عضلى، نحيف) . . ، فمثلا النمط (١ ـ ٦ ـ ٤) يمثل نمطا عضليا سمينا، والنمط (٤ ـ ٤ ـ ٤) يمثل نمطا له توزيع معتدل فى المكونات الأولية الثلاثة .

ولتسـمية النمط يكون ذلك فى ضـوء المكون الغالب أو المكونين الغـالبين، فمثلا النمط (١ ـ ٣ ـ ٦)(*) يعتبر نمط (سمين ـ عضلى)، والنمط (١ ـ ٧ ـ ٣) نمط (عضلى ـ سمين)، والنمط (٥ ـ ٣ ـ ١) نمط (نحيف ـ عضلى) وهكذا .

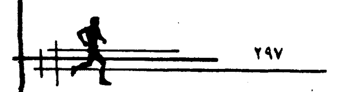
أقر شـيلدون نظام نصف الدرجة half-point variation حتى يتـم الوصول إلى النمط المجاور neighboring somatotype الموجود فى العـينة، وهذا النظام قد يصل إلى مقياس الثـلاث عشرة نقطة ، فاصبحنا نشاهد تقويمـا آخر للأنماط أكثر اتساعا ودقة، فمثلا هناك النمط (١½ ـ ٣ ـ ٥)، (١ ـ ٥½ ـ ٤). . وهكذا .

فى نظم أخرى حـديثة لتـقدير نمط الجسم أهمـها دراسـات وبحوث هيث ـ كارتير Heath - Carter سمح ببداية المـقياس للمكونات الثلاثة باستخدام نصف الدرجة، وفتـح المقياس من أعلى بناء على أنماط الأجسـام المشاهدة التى زادت فى تقـديراتها عن سـبع نقاط التى تمثل الحـد الأقصى على مـقيـاس النقـاط السبـعة لشيلدون .

خلاصة تطور هذا الموضوع وصلت إلى القيم التالية فى تقدير الأنماط الثلاثة الأولية :

- مكون السمنة : من ٥, ٠ درجة إلى ١٦ درجة .
- مكون العضلية : من ٥, ٠ درجة إلى ١٢ درجة .
- مكون النحافة : من ٥, ٠ درجة إلى ٩ درجات .

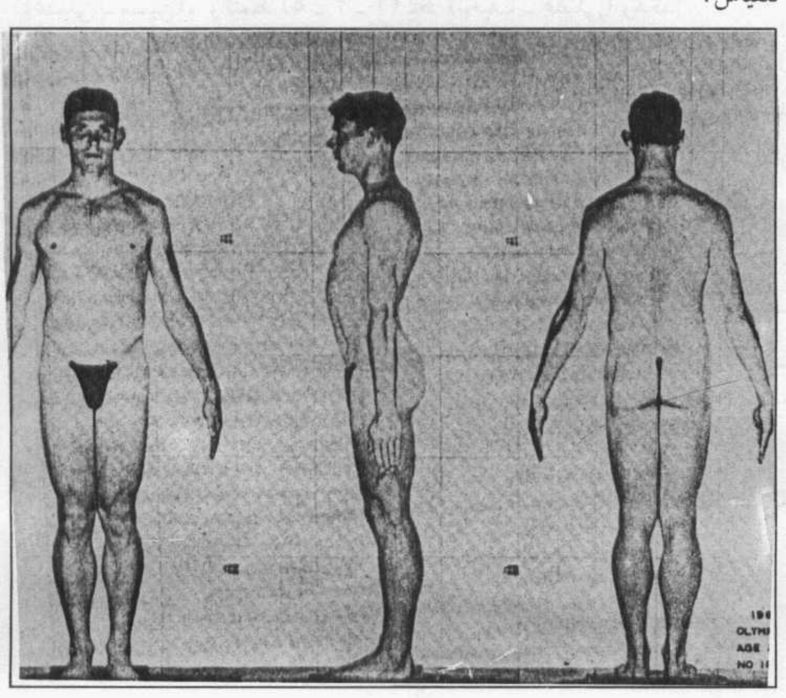
(*) يمكن كتابتها (٦٣١) .



الشكـل رقم (٥٧) يمـثل النمط الجسـمى للاعب بيتـر سنل Peter Snell وتقديره (٢٦٢) وهو عداء أولمبى صاحب أرقام قياسية فى المسافات القصيرة، وهو نيوزيلاندى الجنسية، ويرى الخبراء أنه من أفضل أنماط الرياضيين حيث يتمتع بنمط عضلى سائد مع قليل من السمنة والنحافة.

٣ ـ بطاقة النمط الجسمى Somatochart

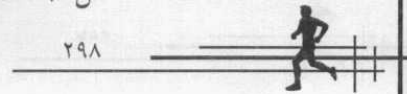
بطاقة النمط الجـسمى Somatochart تمثل الشكل البـيانى الخـاص بتحـديد أماكن تجـمع concentrations وانتـشار dispersion أنماط أجسـام العينة الخاضـعة للقياس.



شكل (٥٧)

صورة لنمط جسم اللاعب بيتر سنل Peter Snell (نمط الجسم ٢ ـ ٦ ـ ٢)

عن: (Tanner, 1964)



على بطاقة النمط ثلاثة محاور three axes (شكل رقم ٥٨) يمثـل كل منها أحد مكونات الجسم الـثلاثة: السمنة Endomorphy، والعضلية Mesomorphy، والنحافة Ectomorphy . . ، وهى تقطع الشكل متجهة إلى المركز Center، وتقسم البطاقة إلى قطاعات.

تزيد قيمة وحدات المكون Component على المحور كلما اتجهنا نحو القطب (نهاية المحور) Polar مرورا بمركز البطاقة. . ، فـمثلا لاحظ فى الشكل رقم (٥٨) أن وحدات مكون العضلية على محور المكون العضلى تبدأ من القيمة (واحد) حتى سبع وحدات عند نـهـايـة المحـور فى قـطـب المـكـون الـعـضلى، على هذا المحور توجد الأنماط الجسمية التالية (٥ ـ ١ ـ ٥)، (٤ ـ ١ـ ٤)، (٤ ـ٢ـ ٤)، (٤ ـ٣ ـ ٤)، (٤ ـ ٤ ـ ٤)، (٣ـ ٤ ـ٣)، (٣ـ ٥ ـ٣)، (٢ـ ٦ ـ٢)، (٢ـ ٧ ـ٢)، (١ ـ ٧ ـ ١). . . ، لاحظ الزيادة المطردة فـى وحـدات قيـم المكون العـضلى. . ، وهكذا الأمر مع المكونين الآخرين وهما السمنة والنحافة.

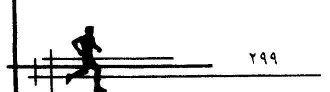
تقاطع المحاور الثلاثة فى منتصف بطاقـة النمط الجسمى هى مركز بطاقة نمط الجسم Central Somatochart ، ومنطقة التقاطع هذه تضم الأنماط الجسمية المركزية Central Somatotypes.

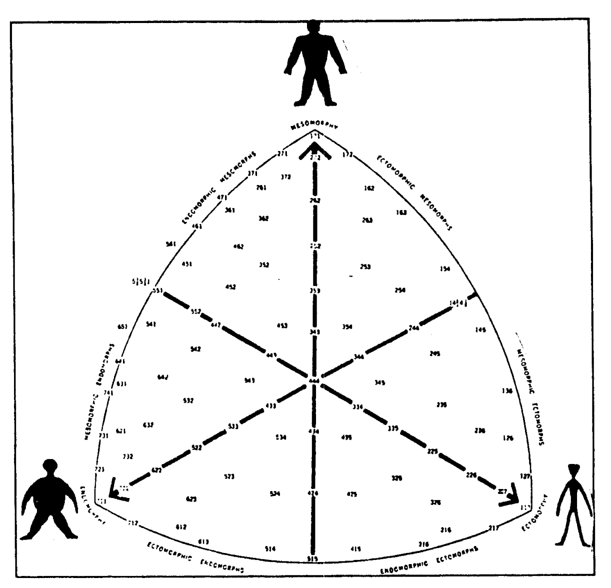
الشكل رقم (٥٩) يمثل بطاقة النمط موزع عليها أنماط أجسام ٤٠٠٠ طالب جامعى فى إحدى دراسات شيلدون.

والشكل رقم (٦٠) يمثل بطاقة النمط موزع عليها أنماط أجسام ١٣٧ لاعب أولمبى فى مسابقات الميدان والمضمار (ألعاب القوى).

٤ ـ تغيرات أنماط أجسام الرياضيين عبر السنين:

دراسات عديدة تابعت أنماط أجسام اللاعبين عبر الدورات الأولمبية، وأثبتت حدوث تغـيرات واضحـة فى أنماط أجسامـهم عبر السنـين، وقد يرجع ذلك إلى





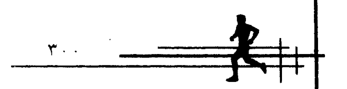
شكل (٥٨)

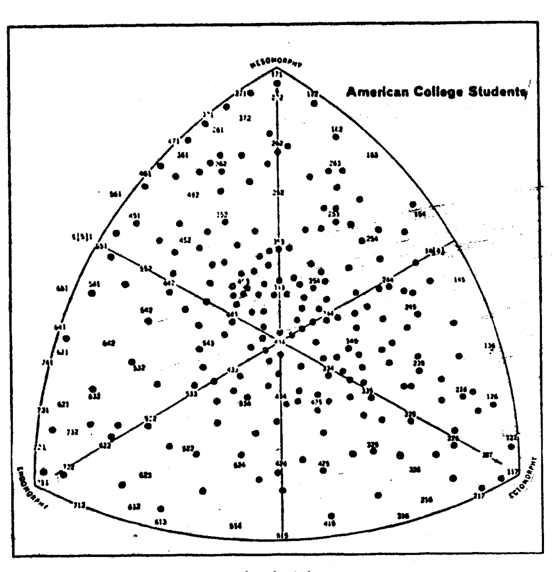
بطاقة نمط الجسم

عن: (Sheldon, 1954)

التطور الحادث فى النواحى الفنيـة للمهارات الرياضية والزيادة المستـمرة فى الأرقام القياسية.

فى دراسة كـارتر (Carter, 1984) تمكن من مـلاحظة حدوث تغـيرات فى أنماط أجسام لاعبـات التجديف (كانيونج) والجمباز والعـدو والحواجز . . ، وكذلك لاعبات السباحة.





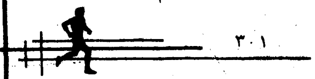
شكل (٥٩)

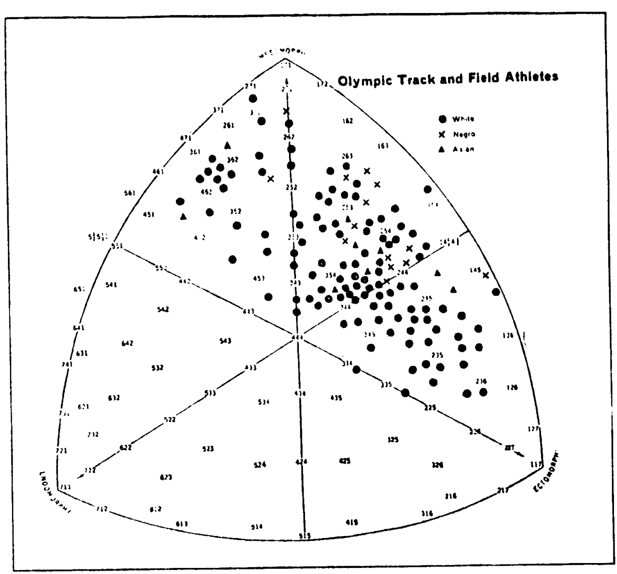
توزيع أنماط أجسام ٤٠٠٠ طالب جامعى على بطاقة النمط

كل نقطة سوداء فى الشكل تمثل ٢٠ حالة

عن: (Sheldon, 1954)

وفى دراسة أخرى أجراها ستيبنيكا (Stepnicka, 1986) لوحظ وجود تغيرات فى أنماط أجسام اللاعبين التشيكوسلوفاكيين الرجال خلال الفترة من عام ١٩٦٠م حتى عام ١٩٧٠م، وأيضا عام ١٩٧٦م حيث كانت مندفعة للأمام. . ، السباحون الذكور كانت نتيجة معدلات أنماط أجسامهم نحو انخفاض ملموس فى مكون السمنة، ولاعبو كمال الأجسام، ودفع الجلة، وقذف القرص كانوا يتجهون بأنماط أجسامهم نحو مزيد من مكون العضلية. كما أن لاعبى الوثب العالى، ٤٠٠م جرى كانوا أقل فى مكون العضلية وأكثر فى مكون النحافة. . ، فى حين أن لاعبى العدو track sprintrers لم يحدث فى أنماط أجسامهم أى تغير يذكر.



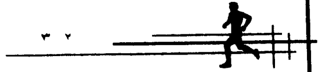


شكل (٦٠)

توزيع أنماط أجسام ١٣٧ لاعبا أولمبيا فى مسابقات ألعاب القوى

عن: (Tanner, 1964)

ولقد أرجعت هذه الدراسة التغير الحادث فى أنماط أجسام لاعبى الوثب العالى إلى تغير الأسلوب الفنى للوثب. ، فى عام ١٩٧٠م كان متوسط أنماط أجسام لاعبى الوثب العالى (٢,٨ ـ ٥,٥ ـ ١,٦) حيث كان يستخدم فى هذا الوقت أسلوب Straddle فى الوثب. ولكن عام ١٩٧٨م استخدم أسلوب Flot فى الوثب فتغير متوسط أنماط اللاعبين إلى (٤,٥ ـ ٣,٣ ـ ١,٢) . هذا التغير الدرامى dramatic shift من النمط (عضلى ـ نحيف) إلى النمط (نحيف ـ عضلى) كان نتيجة مباشرة لتغير الأسلوب الفنى للوثب



وفى دراسة ستيبينيكا سجلت تغيرات ذات معدل عال فى مكون العضلية لدى لاعبى اختراق الضاحية بالتزلج Cross-Country Skiing ، والجودو Judo، وكرة السلة Basketball، والرياضات التى تتطلب احتياجات متزايدة من القوة لتلبية متطلباتها الفنية المتطورة.

٥ ـ طرق قياس وتقويم نمط الجسم:

يوجد عدة طرق لقياس نمط الجسم..، أقدمها وأولها وأكثرها دقة حتى الآن طريقة التصوير الفوتوجرافى لشيلدون، ومن هذه الطرق اختبار أداء نمط الجسم لشيلدون، وطريقة تقسيم الجسم إلى خمسة قطاعات، وطريقة نمط الجسم الانثروبوميترى لهيث ـ كارتر، وطريقة المعادلات الرياضية لهيث ـ كارتر، وطريقة M_4 لبارنيل، وطريقة التصوير المجهرى. ولقد وصلت هذه الطرق إلى قدر عال من الدقة فى قياس نمط الجسم..، وفيما يلى وصف تفصيلى لبعض هذه الطرق.

أولا: طريقة نمط الجسم الفوتوجرافى لشيلدون

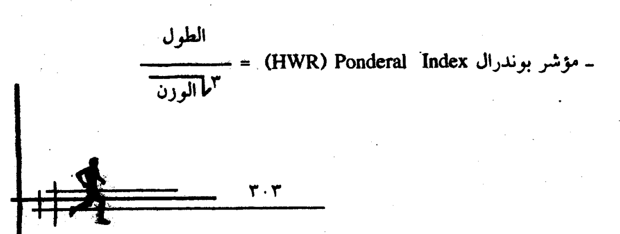
The Sheldon Photographic Somatotype

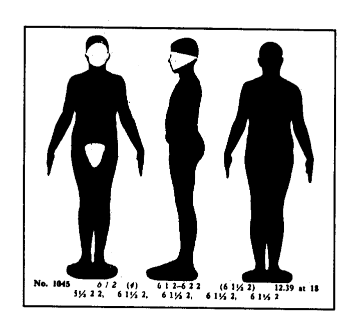
يطلق على هذه الطريقة اختبار أداء نمط الجسم Somatotype Performance Test.

الخطوة الأولى في هذه الطريقة أخذ صور للرياضى من الأمام frontal والجانب lateral والخلف أو الظهر dorsal وفى وضع معين وخلفية محددة وموحدة ووفق شروط صارمة للتصوير **(انظر الأشكال أرقام ٦١، ٦٢، ٦٣)**.

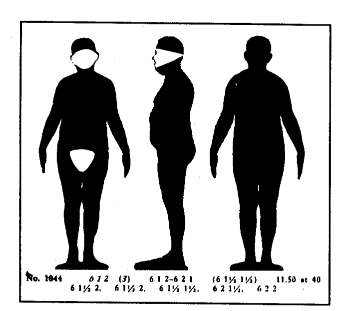
فى الخطوة الثانية يؤخذ طول ووزن الرياضى مع الاهتمام بالحد الأقصى الذى حققه فى الوزن طوال حياته، ويجرى حساب اثنين من المؤشرات two indi-ces هما:

ـ مؤشر بوندرال (HWR) Ponderal Index = $\frac{\text{الطول}}{\sqrt[3]{\text{الوزن}}}$

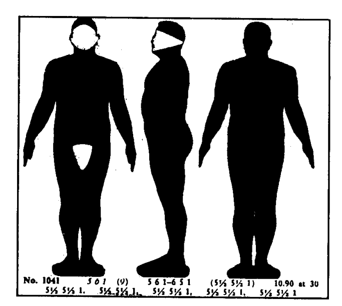




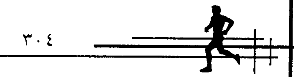
شكل رقم (٦١)
النمط الجسمى (٦١٢)
عن (Sheldon, 1954)



شكل رقم (٦٢)
النمط الجسمى (٥٦١)
عن (Sheldon, 1954)



شكل رقم (٦٣)
النمط الجسمى (٦١٢ نموذج آخر)
عن (Sheldon, 1954)



- مؤشر الجذع Trunk Index . . ، وهو عبارة عن النسبة بين المنطقة الصدرية من الجذع thoracic trunk والمنطقة البطنية من الجذع abdominal trunk.

وهذه هى الدرجة النسبية relative degree التى تؤى إلى حساب مكونى العضلية والسمنة، أما النحافة فتستخرج بدلالة مؤشر بوندرال.

أمكن حديثا تصميم شكل هندسى (شكل رقم ٦٤) حيث يمكن بواسطته حساب نتائج معادلة بوندرال مباشرة حسب الوزن والطول بالكيلو جرام والسنتيمتر(*)، أو بالبوصة والرطل(**). . حيث يتطلب الأمر حساب الوزن والطول والتوصيل بينهما بالقلم الرصاص، فالرقم الذى يقطعه الخط على التدريج الأوسط يمثل قيمة المعادلة مباشرة.

بعد استخراج قيمة مؤشر بوندرال يتم البحث عن الأنماط الجسمية المقابلة لها فى جداول خاصة صممها شيلدون من خلال دراسة أجريت على ٤٢ ألف شخص من ١٨ - ٥٦ سنة(***).

يتم البحث فى هذه الجداول وفقا لسن الفرد الرياضى (الجداول مقسمة لكل خمس سنوات). . أمام قيمة نتيجة معادلة بوندرال يوجد أرقام الأنماط الجسمية المحتملة التى تتفق مع مستوى الطول - الوزن HWR. وقد يوجد احتمالان أو ثلاثة أو أربعة أو خمسة للنمط. . ، وهذه الخطوة تعتبر بمثابة تنقية مناسبة للنمط المحتمل من ضمن عدد قليل من الأنماط. . ، أو بعبارة أخرى فإن مجرد تطبيق معادلة الوزن - الطول HWR يؤدى إلى تنقية فئة التصنيف التى يختار منها.

يلى ذلك فحص صورة النمط من خلال مقارنتها بالصور المصنفة فى كتاب أطلس الرجال لشيلدون(****) للوصول إلى أقرب الصور إليها فى الأطلس، ومن ثم تحديد النمط النهائى بشكل دقيق.

(*) Metric Vnits Formula (Kg-m/sec).

(**) Units Formula (Ft-Ib/sec).

(***) راجع

محمد صبحى حسانين (١٩٩٥) أنماط أجسام أبطال الرياضة من الجنسين، دار الفكر العربى، القاهرة

(****) Sheldon. W.H.. (1954): Atlas of Men, Harper and Brothers, New York.

يضم الأطلس ١١٧٥ صـورة تمثل إطارا مرجـعيـا متـميـزا استـخلص من دراسـات أجريت على ٤٦ ألف من فـئات مـتـباينة. والجـدير بالذكر أن الصـور معروضة في الأطلس وفـق فهرسة تمكن الباحث من إيجاد النمط بسـهولة وسرعة (انظر الصور المعروضة أرقام ٦١، ٦٢، ٦٣).

إضافة إلى ماسبق، ولمزيد من الدقـة فإن معرفة التاريخ الوزنى weight history للمفحوص بدقة من خلال صور اعتبارية مستقرة فإن استخدام جداول الطول ـ الوزن HWR (معـادلة بوندرال) سيعطى إجـابات دقيقـة من حيث تصنيف نمط الجسم.

وأكـثر من ذلك..، وللدقـة المتناهيـة فى تقديـر وتصنيف نمط الجسم فـإن أسـلوب المراقـبة النوعية method of qualitative observation المستخدم على نطاق واسع فى الأنثروبولوجى والباثولوجى والتاريخ الطبيعى يتيح لمفهوم النمط الجسمى Somatotype أن يرتقى إلى مستـوى النمط الجسمى الأصلى (الموروث) Morphogenotype الذى يتطلب الرجوع إلى تاريخ الـفرد وسلالته وأصله..، حـيث يتيح هذا الأسلوب الفرصة لدراسة وبحث هذا النمط عبر مجال واسع وأفق أرحب.

ثانيا: طريقة نمط الجسم الأنثروبومترى لهيث ـ كارتر:

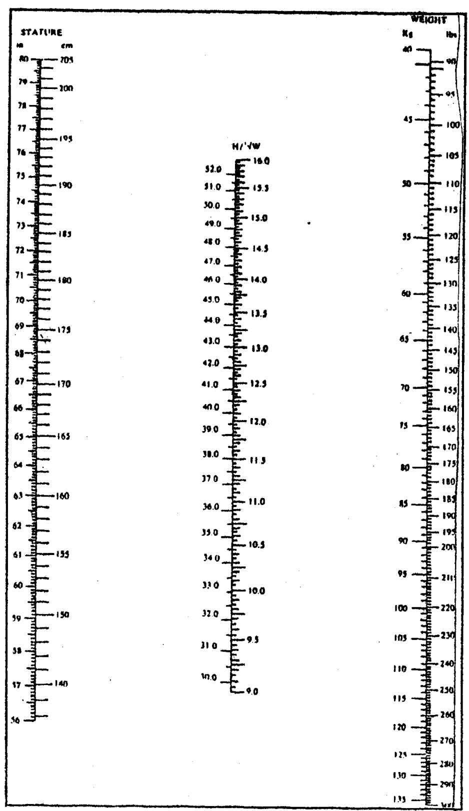
The Heath - Carter Anthropometric Somatotype

توصل هيث ـ كـارتر إلى هذا الأسلوب* باستخدام القياسات الأنثروبومترية Anthropometric Measurements وهو أسلوب شـاع استـخـدامـه لـدقـتـه وموضوعيته، هذا علاوة على أنه لا يستخدم التصوير الفوتوجرافى الذى قد يكون مكلفا للبعض.

يعتمد هذا الأسلوب على القياسات التالية:

١ ـ **الطول بالسنتيمتر** Height (cm).

* حسب آخر تعديل لهذه الطريقة.



شكل رقم (٦٤)

الشكل الهندسى لمعدل الطول ـ الوزن HWR

باستخدام نظامى القياس

عن: (Carter and Heath, 1990)

٢ ـ الوزن بالكيلو جرام (Weight (Kg.

٣ ـ معدل الطول ـ الوزن (دليل بوندرال Ponderal Index):

$$\text{مؤشر بوندرال} = \frac{\text{الطول (بالسنتيمتر)}}{\sqrt[3]{\text{الوزن (بالكيلوجرام)}}}$$

٤ ـ سمك ثنايا الجلد Skinfold Thickness من المناطق التالية:

أ ـ خلف العضد بالمليمتر (Triceps (mm.

ب ـ أسفل اللوح بالمليمتر (Subscapular (mm.

جـ ـ أعلى بروز العظم الحرقفي بالمليمتر (Supraspinale (mm.

د ـ سمانة الساق بالمليمتر (Medial Calf (mm **(من على السطح الأنسي).**

٥ ـ القياسات العرضية Skeletal Breadths وتتضمن:

أ ـ عرض العضد بالسنتيمتر (Humerus Width (cm.

ب ـ عرض الفخذ بالسنتيمتر (Femur Width (cm.

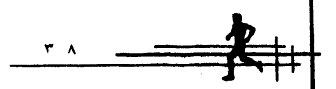
٦ ـ القياسات المحيطية Limp Circumferences وتتضمن:

أ ـ محيط العضد بالسنتيمتر Upper Arm Girth.

ب ـ محيط سمانة الساق بالسنتيمتر Calf Girth.

وفيما يلي وصف تفصيلي لأسلوب استخراج المكونات الثلاثة (سمين، عضلي، نحيف) لنمط الجسم مدعما بمثال واقعي للتوضيح:

استخدم الاستمارة المعروضة في الشكل رقم (٦٥)..، وتضم على الجانب الأيسر القياسات السابق الإشارة إليها .، وعلى اليمين تدرجات حساب المكونات الثلاثة للنمط الجسمي.



الجزء العلوى من الاستمارة يتضمن البيانات العامة الخاصة بالمختبر والبيانات الأخرى الضرورية.

وفيما يلى خطوات استخدام الاستمارة المعروضة فى الشكل رقم (٦٥) لاستخلاص المكونات الثلاثة لنمط الجسم.

١ - استيفاء البيانات العامة فى أعلى الاستمارة (شكل ٦٥)..، وتتضمن:

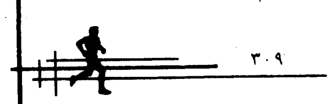
- اسم المختبر، (فى المثال المعروض: (A.W.)
- السن، (فى المثال المعروض: ٢٠ سنة، ٥ شهور)
- الجنس، (فى المثال: ذكر)
- الرقم..، (فى المثال: ٥٧٣)
- المهنة..، (فى المثال: طالب)
- المجموعة..، (فى المثال: أسود)
- التاريخ..، (فى المثال: ١٠ أبريل ١٩٨٠)
- المشروع..، (فى المثال: لاعبو العدو فى المضمار)
- القائم بالقياس..، (فى المثال: .L.C).

أولاً: تقدير مكون السمنة Endomorphy Rating

(الخطوات من ٢ : ٥)

٢ - تسجيل قياسات سمك ثنايا الجلد الأربعة فى أماكنها المخصصة بالاستمارة كما هو موضح بالشكل رقم (٦٥)..، وهى وفقا للمثال المعروض كما يلى:

- سمك ثنايا الجلد خلف العضد Triceps = ٦,٤ مم.
- سمك ثنايا الجلد أسفل اللوح Subscapular = ٧,١ مم.
- سمك ثنايا الجلد أعلى بروز العظم الحرقفى Supraspinale = ٤,٦ مم.
- سمك ثنايا سمانة الساق Calf = ٥,٢ مم.



٣ - جمع سمك ثنايا الجلد الثلاثة الأولى Sum 3 Skinfolds . . ، وهى وفقا للمثـال (٦,٤ + ٧,١ + ٤,٦ = ١٨,١ مم) ويدون مجمـوع المناطق الثلاث فى المستطيل الخاص بذلك .

تصحيح مجموع قياسات سمك ثنايا الجلد الثلاث وفقا للطول تبعا للمعادلة التالية (Height Corrected Skinfolds)

HEATH-CARTER SOMATOTYPE RATING FORM

NAME A.W. AGE 20yr 5mo SEX: (M) F NO: 573
OCCUPATION Student ETHNIC GROUP Black DATE 10 April, 1980
PROJECT Track sprinters MEASURED BY: L.C.

Skinfolds mm
Triceps = 6.4
Subscapular = 7.1
Supraspinale = 4.6
SUM 3 SKINFOLDS = 18.1
Calf = 5.2

SUM 3 SKINFOLDS (mm)

Upper Limit	10.9	14.9	18.9	22.9	26.9	31.2	35.8	40.7	46.2	52.2	58.7	65.7	73.2	81.2	89.7	98.9	108.9	119.7	131.2	143.7	157.2	171.9	187.9	204.0
Mid-point	9.0	13.0	17.0	21.0	25.0	29.0	33.5	38.0	43.5	49.0	55.5	62.0	69.5	77.0	85.5	94.0	104.0	114.0	125.5	137.0	150.5	164.0	180.0	196.0
Lower Limit	7.0	11.0	15.0	19.0	23.0	27.0	31.3	35.9	40.8	46.3	52.3	58.8	65.8	73.3	81.3	89.8	99.0	109.0	119.8	131.3	143.8	157.3	172.0	188.0

$= \left(\frac{170.18}{ht = 178.3}\right) = 17.3$ mm (height corrected skinfolds)

Endomorphy	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	10½	11	11½	12

Height cm 178.3	139.7	143.5	147.3	151.1	154.9	158.8	162.6	166.4	170.2	174.0	177.8	181.6	185.4	189.2	193.0	196.9	200.7	204.5	208.3	212.1	215.9	219.7	223.5	227.3
Humerus width cm 7.20	5.19	5.34	5.49	5.64	5.78	5.93	6.07	6.22	6.37	6.51	6.65	6.80	6.95	7.09	7.24	7.38	7.53	7.67	7.82	7.97	8.11	8.25	8.40	8.55
Femur width cm 9.75	7.41	7.62	7.83	8.04	8.24	8.45	8.66	8.87	9.08	9.28	9.49	9.70	9.91	10.12	10.33	10.53	10.74	10.95	11.16	11.36	11.57	11.78	11.99	12.21
Biceps girth 33.9 - .6* 33.3	23.7	24.4	25.0	25.7	26.3	27.0	27.7	28.3	29.0	29.7	30.3	31.0	31.6	32.2	33.0	33.6	34.3	35.0	35.6	36.3	37.0	37.6	38.3	39.0
Calf girth 37.6 - .5* 37.1	27.7	28.5	29.3	30.1	30.8	31.6	32.4	33.2	33.9	34.7	35.5	36.3	37.1	37.8	38.6	39.4	40.2	41.0	41.7	42.5	43.3	44.1	44.9	45.6

Mesomorphy	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9

Weight kg = 69.2
Ht / $\sqrt[3]{Wt.}$ = 43.4

Upper limit	39.65	40.74	41.43	42.13	42.82	43.48	44.18	44.84	45.53	46.23	46.92	47.58	48.25	48.94	49.63	50.33	50.99	51.68
Mid-point	and	40.20	41.09	41.79	42.48	43.14	43.84	44.50	45.19	45.89	46.57	47.24	47.94	48.60	49.29	49.99	50.68	51.34
Lower limit	below	39.66	40.75	41.44	42.14	42.83	43.49	44.19	44.85	45.54	46.24	46.93	47.59	48.26	48.95	49.64	50.34	51.00
Ectomorphy	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	8½	9

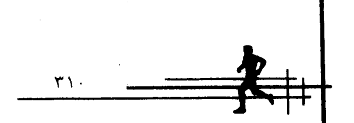
	ENDOMORPHY	MESOMORPHY	ECTOMORPHY	
Anthropometric Somatotype	1½	5½	3	BY: L.C.
Anthropometric plus Photoscopic Somatotype				RATER:

* Biceps girth in cm corrected for fat by subtracting triceps skinfold value expressed in cm.
Calf girth in cm corrected for fat by subtracting medial calf skinfold value expressed in cm.

شكل رقم (٦٥)

بطاقة تسجيل نمط الجسم لهيث ـ كارتر

عن: (Carter and Heath, 1990)



$$= \text{مجموع سمك ثنايا الجلد فى المناطق الثلاث} \times \frac{170,18}{\text{طول المختبر بالسنتيمتر}}$$

$$= 18,1 \times \frac{170,18}{178,3} = 17,3 \text{ مم}$$

٤ ـ أمام مكون السمنة على اليمين ثلاثة صفوف أفقية من الأرقام. .،

ـ الصف الأول (أفـقى) Upper Limit، ويبدأ بـالأرقام ٩و ١٠، ١٤,٩، ١٨,٩ . . . حتى ٢٤,٠ مم فى اتجاه متزايد إلى اليمين.

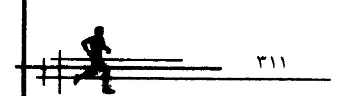
ـ الصف الثـانى (أفـقى) Mid Point، ويبـدأ بـالأرقـام ٩,٠، ١٣,٠، ١٧,٠ . . حتى ١٩٦، . مم فى اتجاه متزايد إلى اليمين.

ـ الصف الثـالث (أفقى) Lower Limit، ويبـدأ بالأرقـام ٧,٠، ١١,٠، ١٥,٠ . . . حتى ١٨٨,٠ مم، فى اتجاه متزايد إلى اليمين.

يتم البحث فى هذه الصفوف الثلاثة عن أقرب رقم لمجموع سمك ثنايا الجلد الثلاث (بعـد التصحيح) الـسابق ذكره فى الخطوة السابـقة. .، وهو وفقا للمـثال المعـروض = ١٧,٣ . .، ضع دائرة بالقلم الرصـاص حـول الرقم الذى ستجـده موجودا فى الصف الثانى Mid Point عند الرقم ١٧,٠ فهو الرقم الأقرب.

٥ ـ أسفل الصـفوف الثـلاثة سابقة الذكـر يوجد صف رابع يمـثل المحصلة النهائية لمكونة السمنة Endomorphy يبدأ بالأرقـام ١، ١,٥، ٢، ٢,٥ . . . حتى ١٢,٠ فى اتجاه متزايد إلى اليمين.

بعد تحديد الرقم فـى الخطوة السابقة (١٧,٠ فى المثال) نهبـط عموديا على صف المحـصلة الـنهـائيـة لمكون الـسمنـة لنضع دائرة حـول الرقم الذى يـقـابلنا مباشرة. .، وهو فى المثال (١,٥) وهكذا نكون حصلنا على تقدير مكون السمنة.



ثانيا: تقدير مكون العضلية Mesomorphy Rating

(الخطوات من ٦ : ١٠)

٦ - تسجيل قياسات الطول، وعرض العضد، وعرض الفخذ، ومحيط العضد، ومحيط سمانة الساق فى الأماكن المخصصة لذلك فى الجهة اليسرى من الجزء المتوسط الخاص بمكون العضلية..، وهى وفقا للمثال الموضح بالشكل رقم(٦٥) كما يلى:

- الطول بالسنتيمتر Height (cm) ١٧٨,٣ سم.
- عرض العضد بالسنتيمتر Humerus Width (cm) ٧,٢٠ سم.
- عرض الفخذ بالسنتيمتر Femur Width (cm) ٩,٧٥ سم.
- محيط العضد بالسنتيمتر Biceps Girth (cm) ٣٣,٩ سم.
- محيط سمانة الساق بالسنتيمتر Calf Girth (cm) ٣٧,٦ سم.

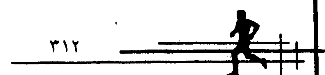
يتم إجراء التصحيح على القياسات العرضية والمحيطية مع سمك ثنايا الجلد وفقا لما يلى:

- **التصحيح الأول:** محيط العضد مطروحا من سمك ثنايا الجلد فى منطقة خلف العضد (**تحويل قيمة سمك ثنايا الجلد من المليمتر إلى السنتيمتر بقسمتها على ١٠) ويسجل الناتج فى المكان المخصص لذلك.**

- **التصحيح الثانى:** محيط سمانة الساق مطروحا من سمك ثنايا جلد سمانة الساق (**تحول قيمة سمك ثنايا الجلد من المليمتر إلى السنتيمتر بقسمتها على ١٠)** ويسجل الناتج فى المكان المخصص لذلك.

فى المثال المعروض تجرى المعالجات الحسابية كما يلى:

* تحويل سمك ثنايا الجلد فى منطقة خلف العضد المحسوبة بالمليمتر إلى السنتيمتر = $\frac{٦,٤}{١٠}$ = ٠,٦٤ سم.



* تحويل سمك ثنايا الجلد فى منطقة سمانة الساق المحسوبة بالمليمتر إلى السنتيمتر = $\frac{٥,٢}{١٠}$ = ٠,٥٢ سم.

*** التحويل الأول:**

= محيط العضد - دهن خلف العضد

= ٣٣,٩ - ٠,٦٤ = ٣٣,٣

*** التحويل الثانى:**

= محيط السمانة - دهن السمانة

= ٣٧,٦ - ٠,٥٢ = ٣٧,١

* يسجل الرقمان ٣٣,٣، ٣٧,١ فى المستطيلين المخصصين لذلك بالشكل رقم (٢٠).

٧ - أمام مكون العضلة على اليمين خمسة صفوف أفقية من الأرقام:

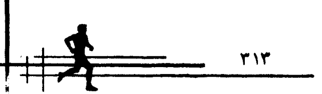
- الصف الأول يبدأ بالأرقام ١٣٩,٧، ١٤٣,٥، ١٤٧,٣... حتى ٢٢٧,٣ فى اتجاه متزايد إلى اليمين وهذا الصف من الأرقام مخصص للطول.

- الصف الثانى يبدأ بالأرقام ٥,١٩، ٥,٣٤، ٥,٤٩.. حتى ٨,٥٥ فى اتجاه متزايد إلى اليمين..، وهذا الصف مخصص لعرض الفخذ.

- الصف الثالث يبدأ بالأرقام ٧,٤١، ٧,٦٢، ٧,٨٣.. حتى ١٢,٢١...، فى اتجاه متزايد إلى اليمين..، وهذا الصف مخصص لعرض الفخذ.

- الصف الرابع يبدأ بالأرقام ٢٣,٧، ٢٤,٤، ٢٥,٠، ٢٥,٧. ٢٦,٣.. حتى ٣٩,٠...، فى اتجاه متزايد إلى اليمين..، وهذا الصف مخصص لمحيط العضد.

- الصف الخامس يبدأ بالأرقام ٢٧,٧، ٢٨,٥، ٢٩,٣، ٣٠,١... حتى ٤٥,٦...، فى اتجاه متزايد إلى اليمين، وهذا الصف مخصص لمحيط سمانة الساق.



أشـرنا إلى أن الصف الأول مـخـصص للطول . . ، تابع أرقـام هذا الصف (الأول) حـتى تصل إلى أقـرب رقم إلى طول المختـبـر وضع حـوله دائرة بالقلم الرصاص، وهو وفقاً للمثال المعروض فى الشكل رقم (٢٠) = ١٧٧,٨ .

فوق هذا الصف (الأول) يوجد تقـسيم سنتيمترى بواقع نصف سنتـيمتر بين كل علامة والأخـرى. ويوضع سهم عمودى (مـتجه لأسفل) على العـلامة العليا للرقم المحدد (فى المثال ١٧٧,٨). . ، ويمـكن وضع السهم بين علامتين لتـحقيق دقة أفـضل كما هو الحـال فى المثال المعروض بالشـكل رقم (٢٠) حيث إن الطول الحقيـقى للمختبر ١٧٨,٣ سم، والـدائرة موضوعة حول الرقم ١٧٧,٨ باعـتباره أقرب الأرقام الموجودة فى الصف الأول.

٨ ـ مثلما فعلنا فى الطول يكون الأمر مع باقى القياسات المخصصة للمركبة العضلية وهى (عرض العضد، عرض الفخذ، محيط العضد بعد التصحيح، محيط سمانة السـاق بعد التصحـيح) وهى وفقا للمثـال على التوالى ١٧٨,٣، ٧,٢٠، ٩,٧٥، ٣٣,٢، ٣٧,١.

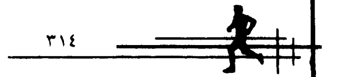
ـ ضع دائرة بالقلم الـرصاص حـول أقـرب رقم فى الصف الثـانى الأفـقى لقياس عرض العضد. . ، وهو فى المثال ٧,٢٤.

ـ ضع دائرة بالقلم الرصـاص حـول أقرب رقم فى الصـف الثالث الأفـقى لقياس عرض الفخذ. . ، وهو فى المثال ٩,٧٠.

ـ ضع دائرة بالقلـم الرصـاص حول أقـرب رقـم فى الصف الرابع الأفـقى لقياس محيط العضد بعد تصحيحه. . ، وهو فى المثال ٣٣,٠.

ـ ضع دائرة بالقلم الـرصاص حـول أقـرب رقم فى الصف الثـانى الأفـقى لقياس محيط سمانة الساق. . ، وهو فى المثال ٣٧,١.

فى التحديدات السابقة وعند اختـيار أقرب الأرقام إذا جاء الرقم المسجل فى المنتصف بين رقمين midway between two values (أعلى وأقل) يفـضل وضع الدائرة حـول الرقم الأقل. . ، ولقد اتبع هذا الإجـراء لكون القيـاسات المحيـطية والبُعدية قد حسبت فى ضوء قيمتها العظمى.



٩ - فيما يلى يتم التعامل مع الأعمدة Columns فقط وليس مع القيم الرقمية Numerical Values .

يحسب متوسط الانحراف average deviation للقيم التى تم وضع دوائر حولها (العروض والمحيطات) من القيمة الخاصة بعمود الطول المشار أعلاه بالسهم .
ويتم ذلك كما يلى :

أ - انحرافات القيم عن عمود الطول (السهم) جهة اليمين تمثل الانحرافات الموجبة Positive ، والانحرافات التى على اليسار تمثل الانحرافات السالبة negative .

ب - حساب المجموع الحسابى للانحرافات . . ، ويرمز له بالرمز (د) . .

جـ - باستخدام المعادلة التالية يتم الحصول على قيمة مكون العضلية :

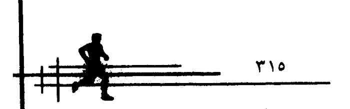
$$\text{مكون العضلية} = \left(\frac{\text{د}}{٨}\right) + ٤$$

د - ضع دائرة بالقلم الرصاص حول القيمة المستخلصة من المعادلة السابقة فى الصف السادس الأفقى الذى يمثل المكون العضلى Mesomorphy الذى يبدأ من ٠,٥ درجة وينتهى بتسع درجات . . وذلك إلى أقرب نصف درجة nearest one half rating unit - بتطبيق ما سبق على المثال المعروض فى الشكل يتضح أن جميع الانحرافات المشاهدة تمثل انحرافات موجبة . . ، وعلى الشكل فإن مجموع الانحرفات = ٤ + ١ + ٤ + ٢ = ١١ .

وبتطبيق المعادلة تصبح قيمة مكون العضلية

$$= \left(\frac{١١}{٨}\right) + ٤ \; = ٥,٣٧٥ \text{ درجة .}$$

وبتقريب القيمة إلى أقرب نصف درجة توضع الدائرة حول الرقم ٥,٥ درجة . . ، وهو يمثل قيمة مكون العضلية المستهدف .



١٠ ـ ضع دائرة بالقلم الرصاص حول أقرب قيمة للمكون العضلى التى تم حسابها فى الخطوة السابقة، إذا كـانت النقطة فى المنتصف تماما ما بين قيم نقطتين The point is exactly midway bettween two rating points يتم تسجيل القيمة الأقرب إلى الـرقم (٤) فى الصف الأفقى السـادس، وهذا التراجع يعـتبـر إجراء تحفظيا لتجنب القيم العظمى الزائفة against spuriously extremeratings .

ثالثا ـ تقدير مكون النحافة Ectomorphy Rating:

(الخطوات ١١ : ١٤)

١١ ـ تسجيل قيمة الوزن بالكيـلو جرام فى الجزء الخاص بمكون النحافة . . ، وهى كما فى المثال ٦٩,٢ كجم.

١٢ ـ تسجيل قيمة معدل الطول ـ الوزن HWR (مؤشر بوندرال) من خلال المعادلة

$$\frac{\text{الطول بالسنتيمتر}}{\sqrt[3]{\text{الوزن بالكيلو جرام}}}$$

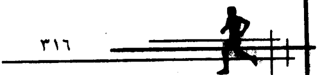
. ويتم ذلك من خلال الرسم البـيانى Nomograph الموضح فى الـشكل رقم (٦٤) أو بـحســابـها Calculation مبـاشرة كما يـلى وفـقا للمثـال المعروض فى الشكل رقم (٢٠)

$$٤٣,٤ = \frac{١٧٨,٣}{\sqrt[٣]{٦٩,٢}}$$

ثم قم بتسجيل النتيجة فى المستطيل المخصص لذلك على الجانب الأيسر من منطقة النمط النحيف.

١٣ ـ على يمـين قـيم الطول ومـعـدل الطول ـ الوزن HWR يوجـد ثلاثة صفوف أفقية:

ـ الصف الأول يبدأ بالقيم ٣٩,٦٥، ٤٠,٧٤، ٤١,٤٣، ٤٢,١٣ . . حتى ٥١,٦٨. وهى قيم متزايدة إلى اليمين Upper Limit .



- الصف الثاني يبدأ بالقيم ٢، ٤، ٩، ٤١، حتى ٥١,٣٤ وهي قيم متزايدة نحو اليمين Mid-Point

- الصف الثالث يبدأ بالقيم ٣٩,٦٦، ٧٥، ٤ حتى ٥١، وهي قيم متزايدة نحو اليمين Lower Limit

ضع دائرة بالقلم الرصاص حول أقرب قيمة لناتج معدل الطول - الوزن HWR (٤٣,٤) في أحد الصفوف الثلاثة سابقة الذكر. وفقا للمثال فإن الدائرة قد وضعت حول الرقم ٤٨ و ٤٣ في الصف الأول Upper Limit (لا تنظر إلى الرقم الزائد عن ٤).

١٤ - اهبط عموديًا لأسفل تحت القيمة المحددة في الخطوة السابقة (٤٣,٤٨) على الصف الرابع الذي يمثل المحصلة النهائية لمكون النحافة Ectomorphy وضع دائرة حول القيمة التي ستقابلك. وهي في المثال المعروض بالشكل رقم (٢٠) = ٣ وهي القيمة التي تمثل مكون النحافة.

نمط الجسم الأنثروبومتري The Anthropometric Somatotype

١٥ - سجل المحصلة النهائية للمكونات الثلاثة في أسفل الاستمارة المعروضة في الشكل رقم (٢٠). وهي وفقا للمثال المعروض:

- مكون السمنة Endomorphy = ١,٥.
- مكون العضلية Mesomorphy = ٥,٥.
- مكون النحافة Ectomorphy = ٣.

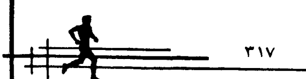
١٦ - النمط الجسمي الأنثروبومتري هو (٣ - ٥,٥ - ١,٥).

ثالثا - طريقة نمط الجسم الأنثروبومتري باستخدام المعادلات الرياضية (هيث - كارتر)

Heath - Carter Equations for Calculating The Anthropometric Somatotype

أولاً - القياسات والتعديلات:

توصل هيث - كارتر Heath - Carter إلى المعادلات التالية لحساب مكونات نمط الجسم الثلاثة (سمين، عضلي، نحيف) باستخدام الوحدات المترية metric units



وقبل استخدام المعادلات يجب استيفاء القياسات والتصحيحات التالية:

١ ـ قياس الطول (سم).

٢ ـ قياس الوزن (كجم).

٣ ـ استخراج معدل الطول ـ الوزن **HWR** من المعادلة:

$$\frac{\text{الطول (سم)}}{\sqrt[3]{\text{الوزن (كجم)}}}$$

وذلك باستخدام الشكل الهندسى Nomograph المعروض بالشكل رقم (٦٤) أو بحسابها مباشرة من المعادلة.

٤ ـ قياسات سمك ثنايا الجلد التالية:

أ ـ سمك ثنية الجلد خلف العضد (مم).

ب ـ سمك ثنية الجلد أسفل اللوح (مم).

جـ ـ سمك ثنية الجلد أعلى بروز العظم الحرقفى (مم).

د ـ سمك ثنية جلد سمانة الساق (مم)

٥ ـ القياسات العرضية التالية:

أ ـ عرض ما بين لقمتى عظم العضد (سم).

ب ـ عرض ما بين لقمتى عظم الفخذ (سم).

٦ ـ القياسات المحيطية التالية:

أ ـ محيط العضد (سم).

ب ـ محيط سمانة الساق (سم).

٧ ـ إجراء التصحيحات التالية على القياسات:

أ ـ تصحيح الطول للمكون السمين.. وتستخدم المعادلة التالية:

تصحيح الطول لمكون السمنة = مجموع قياسات الدهون الثلاثة (خلف العضد + أسفل اللوح + أعلى بروز العظم الحرقفى) × $\frac{\text{١٧٠,١٨}}{\text{الطول (سم)}}$.

ب ـ تصحيح محيط العضد :

١ ـ **تحويل قياس سمك دهن خلف العضد من المليمتر إلى السنتيمتر** (بالقسمة على ١٠).

٢ ـ يطرح الناتج السابق من محيط العضد.

جـ ـ تصحيح محيط سمانة الساق :

١ ـ **تحويل قياس سمك دهن سمانة الساق من الملليمتر إلى السنتيمتر** (بالقسمة على ١٠).

٢ ـ يطرح الناتج السابق من محيط سمانة الساق.

ثانياً ـ المعادلات :

فيما يلى مواصفات المعادلات التى وضعها هيث ـ كارتر لتقدير مكونات الجسم الثلاثة السمين والعضلى والنحيف.

١ ـ معادلة مكون السمنة Endomorphic Equation

النمط السمين = ـ٧١٨٢, ٠ + ١٤٥١, ٠ (x) ـ ٠٠٠٦٨, ٠ (x^2) + ٠٠٠٠٠١٤, ٠ (x^3).

حيث (x) = مجموع قياسات الدهون الثلاثة (خلف العضد + أسفل اللوح + أعلى بروز العظم الحرقفى).

(*) لاحظ تصحيح الطول بالنسبة للنمط السمين.

٢ ـ معادلة مكون العضلية Mesomorphic Equation

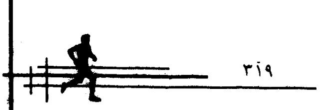
النمط العضلى = [(٨٥٨, ٠ × عرض العضد) + (٦٠١, ٠ + عرض الفخذ) + (١٨٨, ٠ × محيط العضد بعد التصحيح) + (١٦١, ٠ × محيط السمانة بعد التصحيح)] - (الطول ×١٣١, ٠) + ٤,٥٠ .

(*) لاحظ تصحيحات محيط العضد ومحيط السمانة.

٣ ـ معادلة مكون النحافة Ectomorphic Equation

النمط النحيف = معدل الطول إلى الوزن HWR × ٧٣٢, ٠ - ٢٨,٥٨

ويلاحظ ما يلى :



أ - فى حالة ما إذا كان معدل الطول - الوزن HWR ٧٥, ٤٠ تطبق المعادلة السابقة مباشرة.

ب - فى حالة ما إذا كان معدل الطول - الوزن HWR أقل من ٧٥, ٤٠ وأكثر من ٣٨,٢٥٠٠، تطبق المعادلة التالية لاستخراج النمط النحيف:

النمط النحيف = معدل الطول - الوزن HWR × ٤٦٣, ٠ - ١٧,٦٣.

جـ - فى حالة ما إذا كان معدل الطول - الوزن HWR أقل من ٣٨,٢٥ يعطى النمط (١, ٠) مباشرة كنتيجة نهائية لمكون النحافة.

ثالثاً - اعتبارات هامة:

١ - يجب استخدام القياسات المترية metric units فى هذه الطريقة.

٢ - معادلة المكون السمين من معادلات الدرجة الثالثة Third degree paly-nomial.

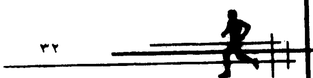
٣ - معادلتا المكون العضلى والمكون النحيف خطية Linear إذا كان معدل الطول - الوزن HWR أكبر من ٧٤, ٤٠.

٤ - إذا كان معدل الطول - الوزن HWR أقل من ٧٥, ٤٠ يجب استخدام المعادلة المعدلة different equation السابق الإشارة إليها.

٥ - إذا كان ناتج حساب أى مكون any component (سمين أو عضلى أو نحيف) يساوى صفرا Zero أو قيمة سلبية negative يسجل كناتج لهذا المكون (١و٠) مباشرة، ويرجع ذلك لكون الواقع يشير إلى عدم وجود أى قيم صفرية أو سلبية لأى مكون من مكونات نمط الجسم الثلاثة. وهذا يختلف عما هو متبع فى نظام تقويم نمط الجسم عن طريق التصوير المجهرى Photoscopic حيث إن أقل قيمة لأى مكون من المكونات الثلاثة هى نصف درجة (٥, ٠) وإذا شوهدت أى قيمة باستخدام نظام التصوير أقل من نصف درجة تعدل إلى نصف درجة.

٦ - القيم التى تقل عن ١, ٠ مستبعد مشاهدتها فى مكونى السمنة والعضلية، ولكن مشاهدتها بالنسبة لمكون النحافة يعد أمراً غير مستبعد.

٧ - تقرب قيمة المكونات إلى أقرب عشر وحدة tenth unit، أو لأقرب نصف وحدة one-half unit .. وهذا يتوقف على أغراض القياس.



ثانيا ـ حجم الجسم Body Size

١ ـ ماهية حجم الجسم

يشيـر مصطلح حجم الجسم ببـساطة إلى الطول height، والكتلة mass أو الوزن weight للفرد.

فمثلا قصير short وصغير small، أو طويل tall وكبير large. . ، وأهمية معرفة أن الفرد قصير أو طويل short or tall، كبير أو صغير large or small، ثقيل أو خفيف heavy or light تتوقف تماما على نوع النشـاط الرياضى الممارس ومركز أو مكان اللاعب فى الملعب position أو المسابقة event التى يمارسها.

إن حجم الجـسم متـغيـر ذو حدين فى الرياضـة، فهـو فى بعض الأنشطة الرياضية يمثل الميزة الكبرى والعامل الأول لإحراز التفوق والإبداع الرياضى، ومن أمـثلة ذلك جـمـيع مـسـابقـات الرمى فى ألعـاب القـوة (جلة، رمح، قـرص، مطرقة). . ، فى حين يعتـبر الحجم الكبير للجسم أكبر مـعوقات الأداء الحركى فى أنشطة رياضية أخرى مثل الجمباز وجرى المسافات فى ألعاب القوى والباليه المائى.

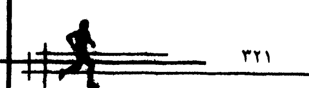
إن اللاعب الذى طوله ستة أقدام وثلاث بوصات يعتبر قصيرا نسبيا كلاعب كرة سلة محترف، ونفس اللاعب يعتبر طويلا نسـبيا كلاعب جرى مسافات طويلة long-distance runner فى مسابقات الميدان والمضمار.

وبالمثل اللاعب الذى وزنه ٢٣٠ رطلا يعـتبر ثقـيلا نسبـيا لمركز الظهـير فى المربع الخلفى quarterback فى لعبة كرة القـدم الأمريكية، وهو نفسه يعتبر خـفيفا كمدافع فى نهاية الخط الخلفى drefensive end فى نفس اللعبـة. . ، أى أن الأمر يرتبط أيضا بمراكز اللعب.

مما سبق تتـضح أهمية حـجم الجسم Body Size فى المجـال الرياضى. . ، فأهميته نسبـية وفقا لنوع الرياضة Sport، وكذلك يتباين وفـقا لمراكز اللعب posi- tion أو نوع المسابقة event فى نوع الرياضة الواحدة.

٢ ـ الوزن Weight

الوزن عنصر هام فى الحياة، ويتضح ذلك من نتائج بعض الدراسات الطبية التى تشيـر إلى أن أى زيادة فى الوزن عن المعدل الطبيعى لمن تجـاوز سن الأربعين



تؤدى إلى قصر العمر. فقد وجد أن حدوث زيادة فى الوزن بمقدار خمسة كيلو جرامات يقلل من العمر بمقدار ٨٪، وإذا ارتفعت الزيادة إلى ١٥ كيلوجرام يقل العمر بنسبة ٣٠٪.

وفى دراسة أخرى ثبت أن ٨٠٪ من المصابين بالسمنة يعانون من ارتفاع ضغط الدم، وإن ٦٠٪ منهم مصابون بضيق فى شرايين القلب.

كما وجد أن كل كيلو جرام واحد زيادة فى الوزن عن المعدل الطبيعى يعادل خطورة الضرر الناتج عن تدخين ٢٥ سيجارة.

هذا وتمثل أى زيادة فى الوزن أعباء إضافية على القلب، فالشرايين التى يحتويها الجسم يبلغ طولها حوالى ٢٥ كيلو متر، فإذا زاد الوزن كيلو جرام واحدا عن معدله الطبيعى يتحتم على القلب أن يدفع الدم عبر ميلين إضافيين من الشرايين لتغذية هذه الزيادة.

والوزن عنصر هام فى النشاط الرياضى أيضا، إذ يلعب دورا هاما فى جميع الأنشطة الرياضية تقريبا، لدرجة أن بعض الأنشطة الرياضية تعتمد أساسا على الوزن، مما دعا القائمين عليها إلى تصنيف متسابقيها تبعا لأوزانهم كالمصارعة والملاكمة والجودو ورفع الأثقال، وهذا يعطى انعكاساً واضحاً عن مدى تأثير الوزن فى نتائج ومستويات الأرقام.

وقد تكون زيادة الوزن مطلوبة فى بعض الأنشطة الرياضية، كما أنها قد تكون معوقة فى البعض الآخر. فمثلا زيادة الوزن قد تكون مطلوبة للاعب الجلة، ولكنها معوقة للاعب الماراثون الذى يجرى ٤٢,١٩٥ كيلومتر...، إذ يمثل الوزن الزائد بالنسبة للاعب هذه المسابقة عبئاً يرهقه طيلة فترة السباق.

فى هذا الخصوص يقول مك كلوى McCloy أن زيادة الوزن بمقدار ٢٥٪ عما يجب أن يكون عليه اللاعب فى بعض الألعاب يمثل عبئا يؤدى إلى سرعة إصابته بالتعب. كما ثبت من بعض البحوث أن نقص $\frac{١}{٣}$ من وزن المتسابق يعتبر مؤشرا لبداية الإجهاد.

وللوزن أهميه كبيـرة فى عملية التصنيف Classification، حيث أشـار إلى ذلك مك كلوى McCloy، ونيلسون Neilson، وكازنز Cazens، حيث ظل الوزن قاسما مشتركا أعظم فى المعـادلات التى وضعها مك كلوى واستخدمت بنجاح فى المراحل الدراسية المختلفة (ابتدائى، إعدادى، ثانوى، جامعة)(*) كما أن الوزن كان ضمن العوامل التى تضمنـتها معادلة نيلسون وكازنز لتـصنيف التلاميذ فى المراحل المختلفة(**).

هذا، وقـد ثبت علمـيا ارتـباط الوزن بالنمـو والنضج واللـياقـة الحـركيـة والاستـعداد الحركى عمـوما، وأظهرت البـحوث ما يعـرف بالوزن النسبى والوزن النوعى، وكلها اصطلاحات فنية جاءت نتيجة دراسات مستفيضة حول أهمية الوزن فى مجالات التربية البدنية والرياضية.

٣ ـ الطول Height

يعتبـر الطول ذا أهمية كبـرى فى العديد من الأنشطة الرياضيـة، سواء كان الطول الكلى للجسـم كما هو الحال فى كـرة السلة والكرة الطائرة، أو طول بعض أطراف الجـسم كطول الذراعين وأهمـيتـه للمـلاكم وطول الرجلين وأهميـة ذلك للاعب الحواجز.

كما أن تناسق طول الأطراف مع بعضها البـعض له أهمية بالغة فى اكتساب التوافقات العضلية العصبية فى معظم الأنشطة الرياضية.

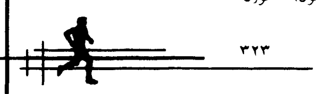
وقد تقل أهمـية طول القامـة فى بعض الأنشطة، حيث يؤدى طول القـامة المفرط إلى صعف القدرة على الاتزان، وذلك لبعد مركز الثقل عن الأرض. لذلك يعتبر الأفـراد قصيرو القامة أكثر قـدرة على الاتزان فى معظم الأحوال من الأفراد طوال القامة.

هذا، وقد أثبـتت العديد من البحـوث ارتباط الطول بكل من السن والوزن والرشاقة والدقة والاتزان والذكاء.

(*) معادلات مك كلوى

- ابتدائى = (١ × السن) + الورن
- ثانوى (إعدادى وثانوى) = (٢ × السن) + (٦ × الطول) + الوزن.
- الكليات = (٦ × الطول) + الورن

(**) جميع المراحل = (٢ × السن) + (٥.٥٥ × الطول) + الورن



ثالثا ـ تكوين الجسم Body Composition

١ ـ ماهية تكوين الجسم:

يضيف مصطلح تكوين الجسم Body Composition بعدا جديدا لفهم الفرد الرياضى لنفسه، فمثلا معرفة أن اللاعب يزن ٢٠٠ رطل قد لا تعنى كثيرا للاعب أو المدرب، ولكن إذا أضيف إلى ذلك أن عشـرة أرطال فقط دهون والباقى وقدره ١٩٠ رطلا خاليـة من الشحـوم فإن ذلك يمدنـا بمزيد من المعلومات الهـامة التى يمكن استخدامها فى قـياس مدى إمكانية اللاعب الرياضى فى الوصول إلى أقصى لياقة لأدائه الرياضى.

فـى ضـوء هـذا التـوزيـع يعرف أن ٥٪ فـقـط من وزن جسـم هـذا اللاعب ($\frac{١}{٢٠٠}$ × ١٠٠) دهون، وهذه النسبة المنخـفضة تمثل نسبة نموذجيـة لحجم وجود الدهون فى جـسم الفرد الرياضى. . ، وفى هذا الإطار فـإن هذا اللاعب يدرك أن وزن جسمه ليس مشكلة وأنه فى وضع يسمح له بألا يهتم بإنقاص وزنه.

ولو أخذنا مثلا آخـر للاعب فى نفس الوزن (٢٠٠ رطل) ولكنها تضم ٥٠ رطلا من الدهون والباقى وقدره ١٥٠ رطلا خاليـة من الشحوم. فإن هذا يعنى أنه يملك ٢٥٪ من وزن جسمـه شحوم. وهذا بالطبع يمثل مـشكلة خطيرة فى الوزن لما لهذه النسـبة العاليـة من الشحوم من تأثيـر سلبى على الأداء الرياضى للاعب. فمن المعروف والثابت علميا أنه كلمـا زادت نسبة الشحوم فى جسم الفرد الرياضى قل مسـتوى الأداء. أى أن هناك علاقة عكسـية بين نسبة وجـود الدهن فى الجسم ومستوى أداء الفرد الرياضى.

لذلك فإن القـياس الدقيق لـتكوين الجسم Body Composition لدى الفرد الرياضى يعطى معلومات ذات قيمة عالية فى شأن تحديد الوزن المثالى الذى يستطيع اللاعب عنده أن يصل إلى ما يسمى بالفورمة الرياضية. . ، وهذا أمر ضرورى فيما يتعلق بعمليات التكيف مع التدريب adaptation to exercise

الوزن الكلى للفرد **total weight** يتكون من:

- وزن الدهن **Fat weight**.
- وزن ما هو خال من الشحم **Lean weight**.

وزن ما هو خال من الشحم **Lean Weight** مصطلح يتضمن كل أنسجة الجسم **Body tissue** التى ليست شحما مثل العضلات **muscle** ، والعظام **bone**، والجلد **skin**، وزن الأعضاء **weight of the organs**.

ومن حسن الحظ أنه نتيجة التدريب الرياضى وعمليات زيادة وإنقاص الوزن **gains and losses** فإن كتلة الشحم والعضلات هى التى تتغير بصفة أساسية، ولذلك فإن أى تغير فى الوزن الخالى من الشحوم هو انعكاس عام للتغير فى كتلة العضلات.

٢ ـ نماذج تكوين الجسم Body Composition Models

يوجد أربعة نماذج لتكوين الجسم هى:

١ ـ النموذج الأول (انظر الشكل رقم "٦٦" الموديل الأول)

هو النموذج الكيميائى **Chemical model** ويتضمن:

- الدهن Fat.
- البروتين Protein.
- الكربوهيدرات CHO.
- الماء Water.
- الأملاح المعدنية Mineral.

٢ ـ النموذج الثانى (انظر الشكل رقم "٦٦" الموديل الثانى)

هو النموذج التشريحى **Anatomical model** ويتضمن:

- النسيج الدهنى **Adipose tissue**.
- العضلات Muscles.

ـ الأعضاء Organs.

ـ العظام Bone.

ـ مكونات أخرى Others.

٣ ـ النموذج الثالث (انظر الشكل رقم "٦٦" الموديل الثالث)

هو نموذج بيهنك Behnke ثنائى التكوين 2-component ويتضمن:

ـ الدهن Fat.

ـ كتلة الجسم بدون الدهن Lean body mass.

٤ ـ النموذج الرابع (انظر الشكل رقم "٦٦" الموديل الرابع)

وهو نموذج ثنائى التكوين 2-component ويتضمن:

ـ كتلة الدهن Fat mass.

ـ كتلة الجسم بدون الدهن Fat-free mass.

ويتضح من الشكل رقم (٦٦) أن النموذجين الأول والثانى يقسمان الجسم إلى مكونات كيميائية ومكونات تشريحية، فى حين أن النموذجين الثالث والرابع يقسمان تكوين الجسم إلى مكونين أساسيين هما الدهن (أو كتلة الدهن) وكتلة الجسم بدون الدهن.

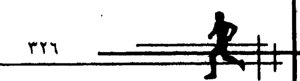
ويوضح النموذجان الثالث والرابع الفرق بين مصطلحين هامين هما:

١ ـ كتلة الجسم بدون الدهن Lean body mass.

٢ ـ الكتلة بدون الدهن Fat-free mass.

لقد اقترح بيهنك Behnke فى البداية مصطلح كتلة الجسم بدون الدهن Lean body mass وهو مصطلح يتضمن الدهون الضرورية، وهى كمية الدهن الضرورى لبقاء الإنسان حيا.

ولكن حاليا يتبنى معظم العلماء المصطلح الثانى وهو الكتلة بدون الدهن Fat-free mass حيث يتضمن هذا المصطلح:



أ ـ كتلة الدهن Fat mass.

ب ـ الكتلة الخالية من الدهن Fat free mass.

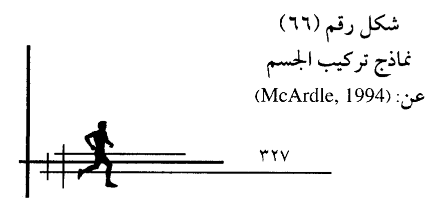
حيث يـفهم تحت تعـبير كـتلة الدهن fat mass القيـمة النسبـية للدهن فى الجسم، أى نسبـة الدهون فى الجسم relative body fat، ويعبر عنه بالنسبة المئوية لدهن الجسم.

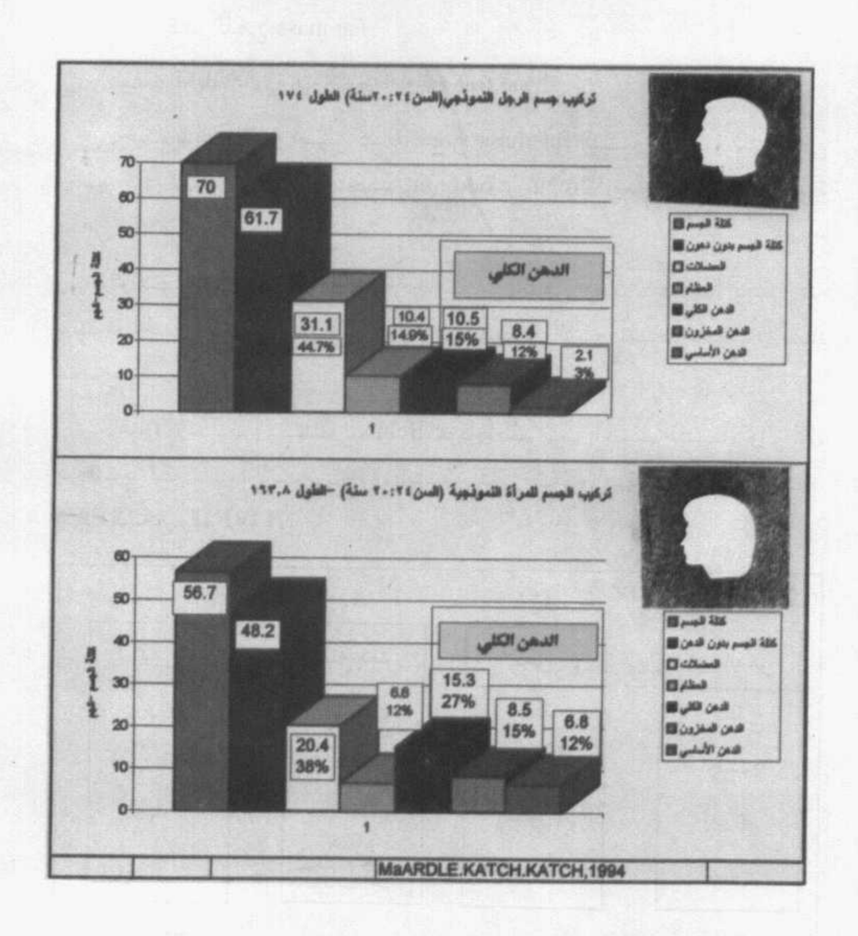
ويفـهم تحت مصطلح الكـتلة الخاليـة من الدهن fat free mass يعبـر عنه بأنسجة الجسم الخالية من الدهن، وهذا هو المصطلح الشائع استخدامه والذى يتبناه العلماء.

هذا، ويعـرض بيـهنك Behnke نموذجا لـتركيب الجـسم للنســاء والرجال موضــحا فيـه نـسب الــدهون (الأساسيـة، المخـزونـة) والعـضـلات والعظام..، **انـظر الشكل رقم (٦٧).**

(١)	(٢)	(٣)	(٤)
دهن	نسيج دهنى	دهن	كتلة الدهن
بروتين	عضلات	كتلة الجسم بدون الدهن	كتلة الجسم بدون الدهن
كربوهيدرات			
ماء	أعضاء		
	عظام		
أملاح معدنية	مكونات أخرى		
النموذج الكيمائى	النموذج التشريحى	نموذج بيهنك ثنائى التكوين	النموذج ثنائى التكوين

شكل رقم (٦٦)
نماذج تركيب الجسم
عن: (McArdle, 1994)

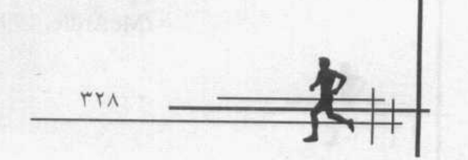




شكل رقم (٦٧)

نسب تركيب الجسم للرجال (علوى) والنساء (سفلى)

عن: (McArdle, 1994)



٣ ـ الدهون الأساسية والدهون المخزونة

تنقسم دهـــون الجســـم إلى دهون أساســـية Essential fat ودهون مخـــزونة Storage fat.

وتوجد الدهون الأساسـية فى النخاع العظمى والرئتيـن والقلب والأمعاء.. وتصل إلى ٣٪ عند الرجال، ١٢٪ عند النساء.

أما الدهون المخزونة فتتراكم وتخزن فى الأنسجة الدهنية فى الجسم Adipose Tissues حول بعض أجهزة الجسم وتحت الجلد Subcutaneous.

والجـدير بالذكر أن نصـف الدهون المخزونة فى الجـسم توجـد تحت الجلد، وهى تعطى مؤشـرا إلى نسبة الدهون الكليـة فى الجسم وتتجمع فى مناطق مـعينة أشهـرها خلف العـضد، وجـانب الصدر، وتحت اللوح، والبطن، وفـوق العظم الحرقفى، ومنتصف الفخذ، وسمانة الساق.

وتشير نتائج البحوث والدراسـات إلى أن النسبة العامة لدهون الجسم Total Body Fat (TBF) تبلغ ١٥ـ٢٠ ٪ عند الرجـال، ٢٢ـ٢٨ ٪ عند النسـاء، وتقل هذه النسبة عند الرياضيين لتصل فى المتوسط إلى ١٢٪ للرجال، ١٨٪ للنساء.

٤ ـ أماكن قياس الدهون فى الجسم ومعدلاتها لدى الرياضيين

فى دراسة أجريت لتقويم لياقة الجسم بدلالة الدهن والطول والوزن استخدم جهـاز ممساك الدهن Skinfold Caliper لقيـاس سمك طبقات الجلد من منطقـتين للإناث وثلاث مناطق للرجال **(شكل رقم ٦٨)** وهى :

١ ـ منطقة خلف العضد Triceps للرجال والنساء.

٢ ـ منطقة الصدر Chest للرجال.

٣ ـ منطقة أعلى بروز العظم الحرقفى للرجال والنساء.

وفى دراسة أخـرى أجراها ريتشـارد نيدلى Richard Needle وجون بورت John Burt على الإناث Female والذكور Male استخدم فيها جهاز ممساك الدهن من المناطق المحددة **بالشكل رقم (٦٩)** وهى:

١ ـ منطقة السطح الخلفى للعضـد للجنسين. . ، وقد بلغت ١٦مم للإناث، ١٣مم للذكور.

٢ ـ منطقة أعلى بروز العظم الحرقفى للإناث. . ، وقد بلغت ١٩مم.

٣ ـ منطقة أسفل البطن للإناث. . ، وقد بلغت ١٩مم.

٤ ـ منطقة الفخذ من الأمام للإناث. . ، وقد بلغت ٢٦ مم.

٥ ـ منطقة أعلى الثدى للذكور. . ، وقد بلغت ١٥مم.

٦ ـ منطقة أسفل الثدى للإناث والذكور. . ، وقد بلغت لكليهما ١١مم.

٧ ـ منطقة أعلى البطن للذكور. . ، وقد بلغت ١٨مم.

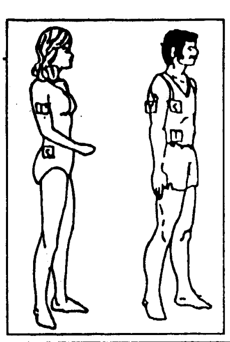
٨ ـ منطقة الفخذ من الأمام للذكور. . ، وقد بلغت ١٨ مم.

وفى دارسة أجـراها بسكيرك Buskirk (١٩٧٤م) على الأبطال الرياضـيـين استخدم فيها جهاز ممساك الدهن Skinfold caliper لقُياس سمك طبقات الدهون تحت الجلد لدى لاعـبى مسابقـات الميدان والمضـمار (ألعـاب القوى) والتـمرينات والسباحة وكرة السلـة وكرة القدم الأمريكية والبيسبول. . وكـان القياس من منطقة الحـافة السـفلى لعظم اللوح. . ، وكـانت أعلى النسب لدى الـرجال عند لاعـبى البيسبول، وأعلاها لدى النـساء فى رياضة السباحة. . **والجدول رقم (٤٨)** يوضح هذه النسب للجنسين من الرياضيين.

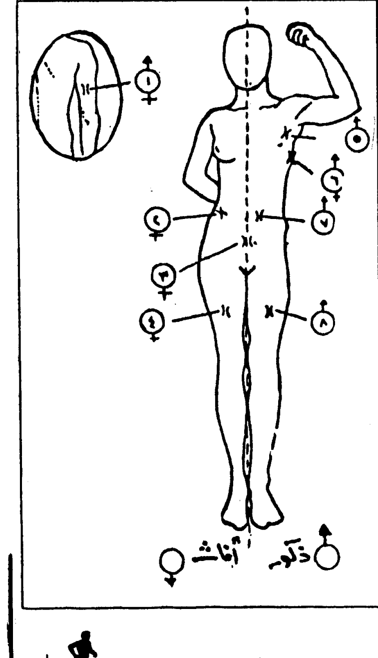
جدول رقم (٤٨)

النسب المئوية لسمك الدهن لدى بعض الرياضيين فى بعض الألعاب

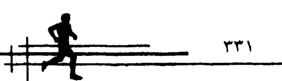
المسابقات	النسبة المئوية للرجال	النسبة المئوية للنساء
مسابقات الميدان والمضمار	٤ ـ ٩,٦ ٪	١٢ ـ ١٨ ٪
التمرينات	٦,٤ ٪	٩ ـ ١٧ ٪
السباحة	٩,٧ ٪	١٩ ـ ٢٦ ٪
كرة السلة	٧,٩ ـ ١٤,٢ ٪	٢٤ ٪
كرة القدم الأمريكية	٧,٩ ـ ١٤,٥ ٪	
البيسبول	١٢ ـ ١٤,٢ ٪	



شكل رقم (٦٨)
مناطق قياس الدهن للجنسين
عن: (محمد صبحي حسانين، ١٩٩٥)



شكل رقم (٦٩)
مناطق قياس الدهن للجنسين
عن : (محمد صبحي حسانين، ١٩٩٥م)



كمـا قام بإجراء عدة قـياسات على الرياضيـين من مناطق مختلفـة بالجسم وهى:

- منطقة خلف العضد (أعلى العضلة ذات الثلاث رءوس العضدية).
- منطقة البطن.
- منطقة أسفل اللوح.

فى ضوء مجـموع نسب الدهون فى المناطق الثلاث سابقـة الذكر حدد ثلاثة مستويات لمعدلات نسب الدهون فى هذه المناطق للرياضيين.. **الجدول رقم (٤٩)** يوضح هذه النسب.

جدول رقم (٤٩)

مستويات نسبة الدهون فى بعض المناطق للرياضيين

المستويات / مناطق الدهن	نحيف	مقبول	زائد
	أقل من ٧ ٪	من ٧ ٪ إلى ١٥ ٪	أكثر من ١٥ ٪
منطقة خلف العضد (مم)	أقل من ٧	٧ ـ ١٣	أكثر من ١٣
منطقة البطن (مم)	أقل من ٨	٨ ـ ١٥	أكثر من ١٥
منطقة اللوح (مم)	أقل من ١٠	١٠ ـ ٢٠	أكثر من ٢٠
المجموع (مم)	أقل من ٢٥	٢٥ ـ ٤٨	أكثر من ٤٨

وفى دراسات هيث ـ كارتر Heath-Carter الشهيرة فى مجال أنماط الأجسام تم استخدام المناطق التالية لقياس سمك طبقات الدهن تحت الجلد من مناطق:

١ ـ خلف العضد Triceps.

٢ ـ أسفل اللوح Subscapular.

٣ ـ أعلى بروز العظم الحرقفى Supraspinale.

٤ ـ سمانة الساق (من على السطح الأنسى) Medial Calf.

عموما . . ، يمكن عرض مناطق قياس طبقات الدهن تحت الجلد التالية على أنها أكثر المناطق استخداما وأكثرها دلالة :

- منطقة خلف العضد، فى منطقة العضلة ذات الثلاثة رءوس العضدية Tri-ceps . . ، وهى ثنية جلدية رأسية Vertical .
- منطقة الصدر Chest . ، وهى ثنية جلدية مائلة Diagonal .
- منطقة أسفل عظم اللوح Subscapular . . ، وهى ثنية جلدية مائلة .
- منطقة البطن Abdominal، وهى ثنية جلدية رأسية .
- منطقة أعلى البروز الحرقفى للأمام Anterior Suprailiac . . ، وهى ثنية جلدية مائلة
- منطقة أعلى البروز الحرقفى Supraspinal . . ، وهى ثنية جلدية مائلة .
- منطقة الفخذ Thigh . . ، وهى ثنية جلدية رأسية .
- منطقة الجهة الإنسية لسمانة الساق Calf . . ، وهى ثنية جلدية رأسية .

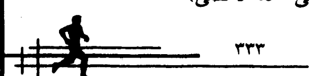
٥ - جهاز قياس سمك ثنايا الجلد وأسلوب القياس وشروطه:

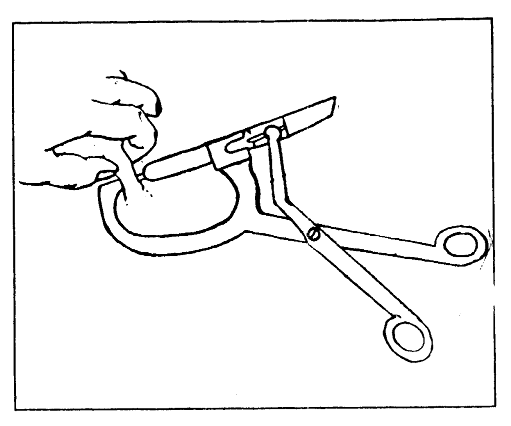
لقياس سمك ثنايا الجلد يستخدم جهاز ممساك الجلد أو جهاز سمك ثنايا الجلد Skinfold Caliper **(انظر الشكل رقم ٧٠).**

يوجد عدة أنواع من هذا الجهاز أشهرها جهاز هاربندن Harpenden **(انظر الشكل رقم ٧٢)**، حيث يتميز بقوة ضغط على طرفى الجهاز مقدارها ١جم/مم٢ . . ، لذلك يعتبر هذا النوع أكثر الأنواع المتداولة من حيث الدقة، ولقد أشار هيث - كارتر إلى أنه فى حالة استخدام هذا الجهاز يكون تقريب القياس إلى أقرب ١,٠ مم، فى حين يكون التقريب فى أى نوع آخر إلى أقرب ٥,٠ مم.

لأخذ القياسات واستخدام جهاز قياس سمك طبقات الدهن تحت الجلد يلزم اتباع التعليمات التالية بدقة **(انظر الشكل رقم ٧١)**:

١ - مسك الجهاز باليد اليمنى من المكان المخصص لذلك (المقبض) وفتحه إلى أقصى حد ممكن (إبعاد طرفى الجهاز إلى الحد الأقصى)

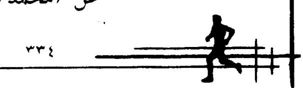


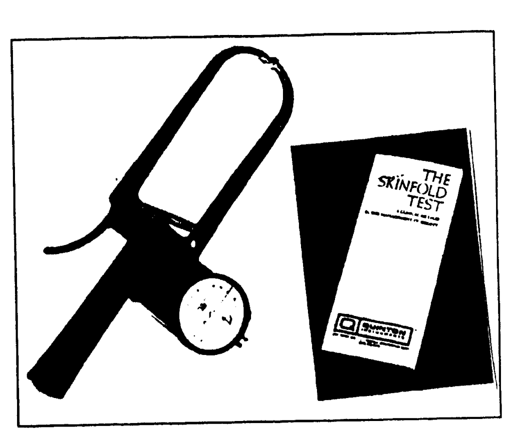


شكل رقم (٧٠)
جهاز قياس سمك طبقات الدهن تحت الجلد
عن: (محمد صبحي حسانين ، ١٩٩٥م)



شكل رقم (٧١)
أسلوب قياس الدهن
عن (محمد صبحي حسانين ، ١٩٩٥م)





شكل رقم (٧٢)

جهاز هاربندن Harpenden

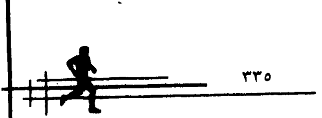
عن: (محمد صبحى حسانين ، ١٩٩٥م)

٢ - مسك ورفع ثنية الجلد المراد قياسها بإبهام وسبابة اليد اليسرى من منطقة تبعد عن مكان القياس بحوالى ٢ سم (لفصل الثنية الجلدية عن العضلات وتهيئتها للقبض عليها بواسطة طرفى الجهاز) مع مراعاة اتجاه الثنية الجلدية (رأسى - مائل).

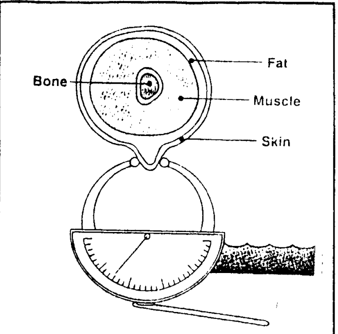
٣ - وضع طرفى الجهاز برفق على جانبى الثنية الجلدية المحبوسة (بواسطة إبهام وسبابة اليد اليسرى) وإطلاق الجهاز ليستقر طرفاه ممسكا بجانبى الثنية الجلدية، ثم قراءة المؤشر مباشرة.

٤ - بعد الانتهاء من قراءة المؤشر يبعد طرفا الجهاز عن الجلد برفق ويسحب للخارج ببطء لتجنب خدش الجلد..، ثم تسجل القراءة فى بطاقة التسجيل.

والشكل رقم (٧٣) يوضح منطقة الجلد الواجب حبسها بين طرفى الجهاز بحيث تتضمن الجلد والدهن دون العضلة والعظمة.



وفيما يلى الشروط العامة لقياسات سمك ثنايا الجلد:



شكل رقم (٧٣)
منطقة الجلد والدهن المقاسة
عن: (McArdle, 1994)

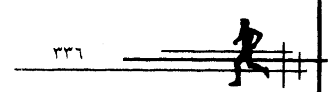
Fat = الدهن
Bone = العظم
Muscle = العضلة
Skin = الجلد

- إجراء جميع القياسات على الجانب الأيمن للجسم، وبخاصة عند استخدام العينات الكبيرة.

- إجراء القياس مرتين متتاليتين على كل منطقة قياس، ويسجل متوسط القياسين كنتيجة نهائية. . ، هذا الإجراء يسمح باستخراج معامل الثبات Reliability للقياس، حيث تمثل قيمة معامل الارتباط بين القياسين معامل الثبات، ولمزيد من الدقة والثبات يمكن أخذ ثلاثة قياسات متتالية Triplicate على منطقة القياس. . ، وفى هذه الحالة يسجل متوسط القياسات الثلاثة كنتيجة نهائية.

- يجب إجراء جميع قياسات سمك ثنايا الجلد لدى المختبر وفقا لتسلسل واحد لا يتغير، ويتبع نفس التسلسل مع جميع الأفراد الخاضعين للقياس. فمثلا يتم القياس من أعلى إلى أسفل كما يلى: خلف العضد، أسفل اللوح، فوق العظم الحرقفى، سمانة الساق. . ، ويثبت هذا الترتيب على جميع أفراد عينة القياس.

- قبل وخلال عمليات القياس يجب التأكد من كون قوة ضغط طرفى جهاز قياس سمك ثنايا الجلد Skinfold caliper لا تقل عن ١٠جم/مم. ولجميع الأفراد إذا أمكن ذلك، على أن يكون القائم بالقياس ملما بأسلوب استخدام الجهاز وأماكن القياس.



ـ يجب توحيد وقت أخذ القياسات، وذلك إذا كانت القياسات سوف تؤخذ فى أكثـر من يوم واحد، لغرض تجنب الـتأثير المحتـمل على النتائج من اخـتلاف درجة الحرارة والتـغيرات الناتجة عن اختلاف المحـتوى المائى فى الجسم Hydration على مدار اليوم.

ـ قد يوجد تأثير للدورة الشهـرية للنساء البالغات على سمك ثنايا الجلد فى منطقة أسفل الجذع. . ، لذلك يفضل تجنب إجراء القياسات عليهن فى هذه الفترة.

ـ يجب تحديد أمـاكن القياس باستـخدام قلم فلومستـر، أو بأى أداة أخرى تسمح بإزالة العـلامة بسهولة بـعد إجراء القيـاس، مع مراعاة ما إذا كـانت الثنية الجلدية رأسية أو مائلة.

ـ مراعـاة أن يكون وضع جسم المخـتبر أثناء القـياس مطابقـا للتعليـمات، وكذلك العضو أو الجزء الذى يتضمن منطقة القياس المستهدفة.

ـ مراعـاة الأسلوب السليم لإجراء عـملية القيـاس من حيث مسك الجـهاز (باليد اليـمنى) ومسك ثنايا الجلد (باليـد اليسرى) وذلك وفقـا للتعليمـات السابق الإشارة إليها عندما تحدثنا عن أسلوب قياس سمك ثنايا الجلد.

الشكل رقم (٧٤) يوضح أماكن قياس الدهون فى بعض المناطق هى:

(ا) خلف العضد Triceps.

(ب) أسفل اللوح Subscapular.

(جـ) أعلى الشوكة Iliac.

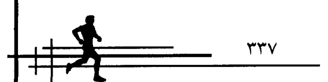
(د) على البطن Abdomen.

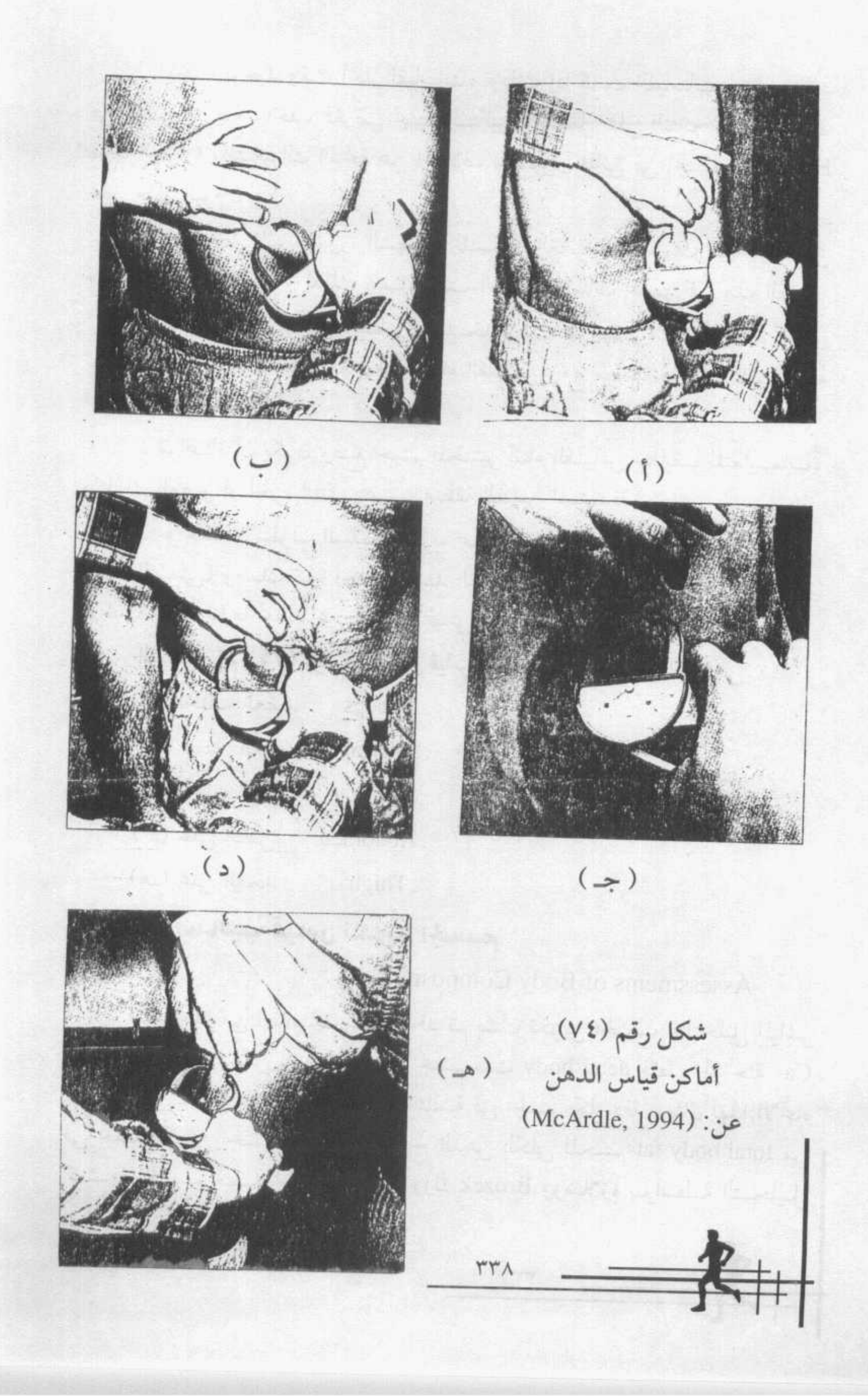
(هـ) على الفخذ Thigh.

٦ ــ أساليب قياس تكوين الجسم

Assessments of Body Compositon

قليل جدا من القياسات المباشرة قد تم بشأن تكوين الجسم، فالتحليل المباشر direct analysis يمكن القيام بـه على جسم ميت dead body فقط، أو جثة Ca- daver حتى يمكن تشريح الأنسجة المختلفـة فى الجسم بكل دقة. مثال لهذا الاتجاه فى تحديد تكوين الجسم بغرض استخراج الدهن الكلى للجسم total body fat من كـثـافة الجـسـم فـقـد اسـتـخلص بـروزك Brozck وزمـلاؤه بـواسطـة التـحليـل





شكل رقم (٧٤)
أماكن قياس الدهن
عن: (McArdle, 1994)

الكيمائى Chamical analysis لثلاث جثث three male cadavers من الرجال. . ، استخلص المعادلة التالية:

$$\text{الدهن الكلى للجسم (٪)} = ١٠٠ \left(\frac{٤,٥٧٠}{\text{الكثافة} - ٤,١٢٤} \right)$$

هذه إحدى الطرق الدقيقة لحساب الدهن الكلى للجسم، ولكنهاتتطلب وقتا وجهدا كبيرين، والجثث ليس من السهل الحصول عليها، أضف إلى ذلك أن هذا القياس بمجمله لا قيمة له بالنسبة للفرد أو صاحب الجثة التى يجرى عليها البحث.

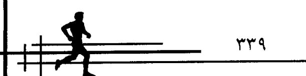
بسبب المشكلات المصاحبة والمترابطة بطرق وأساليب التحليل المباشر والاستخدام المحدود نسبيا للبيانات الناتجة تم استنباط عدد من الأساليب غير المباشرة للحصول على تقويم لتكوين الجسم البشرى.

غالبية الطرق والأساليب غير المباشرة لتقويم تكوين الجسم البشرى قسمت الجسم إلى مكونين أو قسمين هما:

- وزن الجسم خاليا من الشحوم The lean body weight.
- وزن الشحوم The fat weight.

وهذه الأساليب المستخدمة فى قياس تكوين الجسم البشرى تنقسم إلى نوعين من القياس هما الأساليب المعملية والأساليب الميدانية. . ، وفيما يلى شرح لكلا النوعين:

ا - القياس المعملى Laboratory Assessment



١ - طريقة تحديد كثافة الجسم:

* من المحتمل أن الطريقة المعملية الأكثر استعمالا والأدق لقياس تكوين الجسم هى تحديد كثافة الجسم body density، وفى إطار فكرة التكيف المزمن للتدريب Chronic Adaptations to Exercise فإن كثافة الجسم تحكمها المعادلة التالية:

$$\text{كثافة الجسم} = \frac{\text{وزن الجسم}}{\text{حيز الجسم}^{(*)}}$$

(*) شائع فى المراجع العربية ترجمة مصطلح body Volume على أنه حجم الجسم، ولكن لعدم حدوث تداخل بين مصطلح حجم الجسم body Size السابق الحديث عنه ومصطلح body Volume فقد أطلقنا على الأخير مسمى «حيز الجسم».

وزن الجسم من السهل تحديده، أما حيز الجسم body volume فيمثل مشكلة فى حسابه، ولكن يمكن تحديد حيز الجسم بسهولة فى المعمل من خلال طرق عديدة أسهلها وأرخصها طريقة قياس نقص وزن جسم الفرد الرياضى فى الماء الذى اكتشفه أرشميدس Archimedes الذى يعبر عن حيز الجسم، إذ يتم وزن الرياضى وهو مغمور تماما تحت الماء، ويطرح هذا الوزن من وزن جسم الرياضى. . ، فهذا يعطى حيز الجسم.

وملخص شرح هذه الطريقة هو القيام بوزن الفرد الرياضى وهو مغمور تحت الماء، ثم يطرح هذا الوزن من وزن الجسم خارج الماء فيكون ناتج الطرح هو حيز الجسم. . ، **انظر الشكل رقم (٧٥)، والشكل رقم (٧٦). . أى:**

حيز الجسم = وزن الجسم (خارج الماء) - وزن الجسم وهو مغمور فى الماء

ولكن يجب إجراء تصحيح معين لناتج المعادلة هو جمع حجم الهواء Volume of air المحبوس فى الرئتين على وزن الجسم تحت الماء قبل استخدام المعادلة السابقة، وأسلوب قياس حجم الهواء المحبوس فى الرئتين ليس صعبا حتى لصغار الرياضيين ولقد تعرضنا له فى فصل سابق فى هذا الكتاب.

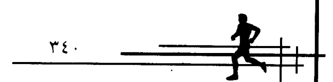
مثال توضيحى لحساب حيز الجسم:

وجد أن الشخص الرياضى الذى يزن ٢٠٠ رطل، يزن ١٢ رطلا فقط عندما يغمر تماما تحت الماء، وإن حجم الهواء المحبوس فى الرئتين تحت الماء كان ١,٥ لتر.

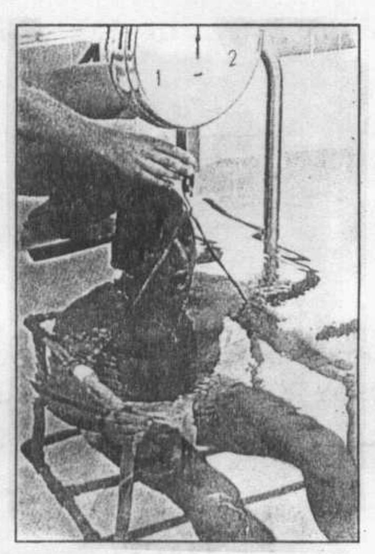
وحيث إن اللتر من الماء يزن كيلوجراما واحدا تقريبا، فمن السهل تحويل الأوزان السابقة إلى وحدات مترية.

فى هذا الإطار يصبح وزن اللاعب ٩٠,٧ كيلو جرام، ووزنه تحت الماء ٥,٤ كيلو جرام.

ولأنه يوجد ١,٥ لتر من الهواء محبوسا فى رئتيه تسبب فى إعطائه مزيدا من الطفو وتسبب فى أن يزن أخف من وزنه الحقيقى تحت الماء فإن ما يساوى وزن

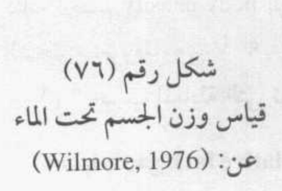






شكل رقم (٧٥)
وزن الجسم تحت الماء
عن: (MaArdle, 1994)





شكل رقم (٧٦)
قياس وزن الجسم تحت الماء
عن: (Wilmore, 1976)

١,٥ لتر هو ١,٥ كـيلو جرام، وهذه القـيمة يجب أن تـضاف إلى وزن اللاعب تحت الماء، ومن ثم يصبح وزنه تحت الماء هو ٦,٩ كيلو جراما

أى = وزن اللاعـب تحـت المـاء + حجــم الهـواء المحـبـوس فى الرئتـيـن بالكيلو جرام

= ٥,٤ + ١,٥ = ٦,٩ كيلو جرام.

ولكون حيز الجسم body Volume يكون مـساويا لما فقـد من وزن اللاعب وهو مغمور فى الماء (حجم الماء المزاح بعد إضافة حجم الهواء المحبوس فى الرئتين إليه) فإن حيز الجسم لهذا الرياضى يكون:

حيز الجسم = وزن اللاعب خـارج الماء - وزن اللاعب وهو مغمور فى الماء بعد إضافة حجم الهواء المحبوس فى الرئتين إليه.

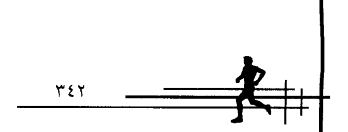
أى = ٩٠,٧ - ٦,٩ = ٨٣,٨ كيلو جرام. وهذا يساوى ٨٣,٨ لترا من الماء.

وبذلك تكون كثافة الجسم هى: كثافة الجسم = $\frac{\text{وزن الجسم}}{\text{حيز الجسم}}$

$$= \frac{٩٠,٧}{٨٣,٨} = ١,٠٨٢$$

هذا، وقد نجح كثـير من الباحثين فى اسـتخلاص معادلات تسـمح بتحويل كثافة الجسم body density إلى نسبة مئوية لدهن الجسم. . ، فهذا ممكن لأن كثافة الشحم مـعروفة وهى ٠,٩٠٧ تقـريبا، بينما كـثافة الأنسـجة الخالية من الشحم ١,١٠٠ حسب **المعادلة التى توصل لها سيرى Siri وهى:**

نسبة الدهن (Relative fat) = $\left[\left(\frac{٤٩٥}{\text{كثافة الحجم}}\right) - ٤٥٠\right]$



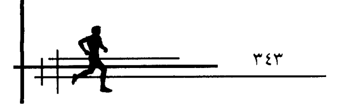
وإذا طبقنا هذه المعادلة على المثال السابق فإن نسبة الدهن لدى هذا الرياضى =

$$\%\ ٧,٣ = \left[٤٥٠ - \left(\frac{٤٩٥}{١,٠٨٢}\right)\right]$$

كما يمكن تحديد حيز الجسم body Volume بطريقة أخرى عن طريق تحديد الحجم الحقيقى للماء المزاح displace بواسطة الشخص الرياضى عندما يغمر تماما تحت الماء، وهذا يمكن عمله بجعل الفرد الرياضى ينزل فى أسطوانة cylinder مملوءة حتى الحافة بالماء. عندما يغوص الفرد الرياضى فى الماء فإن حيز جسمه سوف يزيح حجما من الماء مساويا له. بناء على ذلك فإن حجم السائل أو الماء المزاح أو حجم الماء اللازم لإعادة ملء الأسطوانة إلى الحافة مرة أخرى بعد خروج الرياضى من الأسطوانة يعطى تقريبا حيز جسم الفرد الرياضى بعد تصحيحه بالنسبة للهواء المحبوس فى الرئتين كما أوضحنا من قبل.

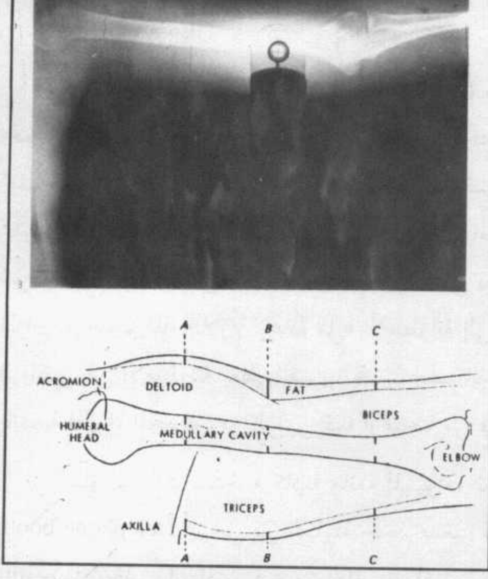
أسلوب ثالث يستخدم كابينة مانعة للهواء، تشبه فى الشكل كابينة التليفون telephone booth، يدخل فى الكابينة حجم صغير معروف من غاز الهليوم Helium حيث يجلس الرياضى فى استرخاء على كرسى، حيث يحدد حيز جسم الفرد الرياضى عن طريق درجة انتشار الهليوم داخل الكابينة.

فإذا كان الرياضى صغير الجسم فإنه سيشغل حيزا صغيرا فى الكابينة فتكون مساحة الهواء فى الكابينة كبيرة ودرجة تركيز الهليوم helium concentration منخفضة وذلك بسبب تخفيفها بحجم كبير من الهواء المحيط بالفرد الرياضى. وفى حالة الشخص الرياضى الضخم يكون حيز جسمه كبيرا ويملأ معظم الكابينة تاركا حجما صغيرا من الهواء حوله، بناء على ذلك فإنه عند إدخال نفس الحجم من غاز الهليوم فى الكابينة يحدث تركيز أعلى للهليوم فى الكابينة؛ لأن حجم الهواء صغير جد.



ولكن يعيب هذا الأسلوب أنــه معقد نسـبيا ويحــتاج تصمـيم هندسى مانع للهواء، ولكنه يتمـيز بأنه يعطى تجربة مريحة للشـخص إذا ما قورن ذلك بأسلوب الماء المزاح السابق عرضه.

٢ ـ طريقة الأشعة:



شكل رقم (٧٧)
طريقة الأشعة
عن: (Wilmore, 1976)

* ومــن الــطــرق المســتخدمة لتــحديد تكوين الجسم Body Composition استخدم صور الأشعة Radi-ogmining لمناطق معينة lo-cal areas من الجسم هى:

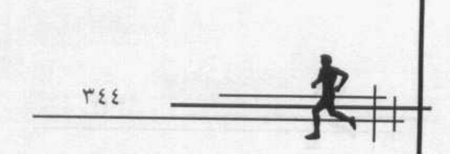
١ ـ سمانة الساق Calf.

٢ ـ الفخذ Thight.

٣ ـ العضد upper arm.

ومن المعروف أن أشعة إكــس X-Ray للأنســجــة الرخوة soft tissue تبين الفرق بيــن الطبقات المتــنوعة لــلجــلــد والدهــن والــعظــام والعضلات. . . ، **انظر الشكل رقم (٧٧) الذى يوضح صورة لأشعةإكس من طبقة** Worldclass shot-putter.

مقاييس العظام والعضلات والدهون فى هذه الطريقة تؤخذ من ثلاث مناطق محــدودة، وتجمع لتــعطى تقديرا كليا لتــكوين الجسم total body composition للفرد.



ورغم كون هذا الأسلوب يسمح بتحديد كمى مباشر للمناطق الثلاث الأساسية فإن هناك مشكلة تتمثل فى كون درجة نمو جميع مناطق القياس فى الجسم ليست متشابهة، وبذلك يوجد احتمال أن يكون التقدير الكلى لتكوين الجسم قد وقع فى خطأ جسيم.

٣ ـ طريقة عداد الجسم الكلى:

من الطرق الشائعة فى قياس تكوين الجسم للأشخاص الرياضيين طريقة عداد الجسم الكلى whole-body counter الذى يقيس كمية إشعاع أشعة جاما gamma الصادرة من الجسم والتى مصدرها البوتاسيوم ٤٠ (Potassium - 40) الموجود طبيعيا فى الجسم.

ومن المعروف أن هناك علاقة ثابتة نوعا بين كمية البوتاسيوم ٤٠ فى جسم الإنسان وكتلة الجسم الخالى من الشحم، ولكن هذا الأسلوب معقد ويحتاج أجهزة غالية الثمن. . ، ولكنه يعطى تحليلات دقيقة ويصبح الشخص فى أدنى حالة من عدم الراحة أثناء الفحص.

٤ ـ طريقة الموجات الصوتية:

طريقة أخرى كانت تستخدم فى الماضى يستعمل فيها الموجات فوق الصوتية Ultrasound، فالعضلات والعظام والدهون لها كثافات مختلفة different densities وخواص صوتية مختلفة، ولذلك من الممكن استخدام الموجات الصوتية عالية التردد high-frequency sound waves للتمييز بين أنواع الأنسجة بواسطة مصدر خاص يولد موجات صوتية تمر بالأنسجة، وعندما يحدث تغير فى الكثافة تنعكس بعض هذه الموجات، حيث يلتقطها جهاز التسجيل وتحول إلى نبض كهربى للتصنيف والتسجيل. ويمكن حساب سمك الدهن والعضلات والعظام لأى قطاع معين من المعلومات المسجلة.

٥ ـ طريقة المقاومة الكهربائية الحيوية:

Bioelectric Impedance Method

ظهرت هذه الطريقة خلال الثمانينيات، ولا يستغرق قياس المقاومة الكهربائية الحيوية فيها أكثر من خمس دقائق، حيث يتم وضع أربع أقطاب من الجسم. . ،

اثنان على مفصل القدم ankle، واثنان آخران على مـفصل اليد wrist وظهر اليد **(انظر الشكل رقم ٧٨).**

يمـر التيـار الكهربـى غيـر المرئى خلال المسـافـة ما بين الأقطاب (اليـدين والقدمـين)، وتستقـبل الأقطاب هذا التيـار، ويعتمـد التوصيل الكهـربائى خلال الأنسجة بين الأقطاب على توزيع الماء والأملاح المعدنية فى هذه الأنسجة.

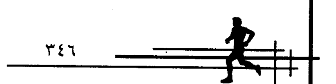
وتحتـوى كتلة الجسم بدون الدهن على مـعظم ماء الجسم والأملاح المعـدنية الموصلة electvolytes، وكنتيـجة لذلك تكون عـملية التوصـيل الكهربائى أكـثر وأسرع فى الأنسجة الخالية من الدهون مقارنة بمثيلاتها الدهنية. . ، وبمعنى آخر فإن التيار الكهربائى يتحرك بسهولة أكثـر وسرعة أزيد خلال الكتلة الخالية من الدهن، وتكون المقاومة الكهـربائية الحيوية فى الكتل الدهنيـة أزيد، بمعنى أن هناك صعوبة فى سريان التيار الكهربائى خلال الكتلة الدهنية.

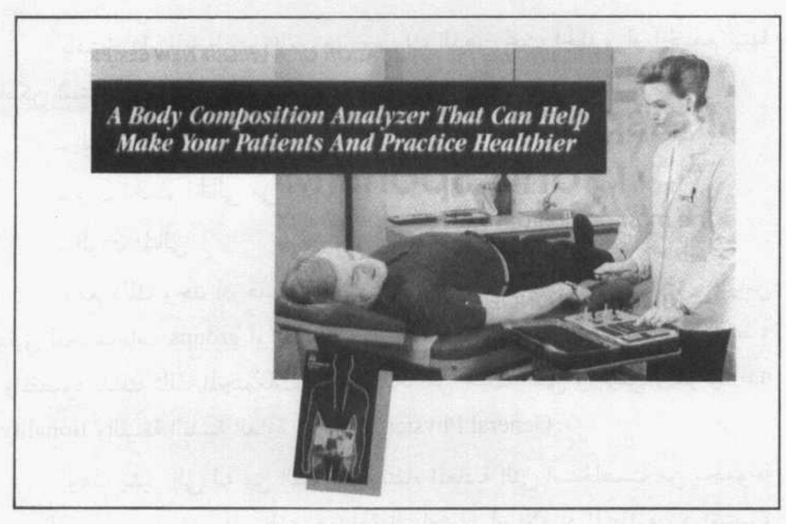
بناء على ذلك فإن كـمية التيـار السارى خلال الأنسـجة تعبر عن الكمـية النسبية لمحتوى الدهن فى هذه الأنسجة.

ومع قياس المقاومـة الكهربائية الحيوية وعملية التوصـيل يتم تقدير نسبة دهن الجسم. ويعتمد تقدير نسبة الدهن على أن هناك علاقة ارتباط عالية بين نسبة دهن الجسم فى هذه الطريقة ومـثيلاتها كمـا تقاس من خلال Hydrostatic weighting تبلغ حوالى ٩٠,٠ - ٩٤,٠.

٢ ـ القياس الميدانى Field Assessment

تم التوصـل إلى عدة أساليب لـقياس تكويـن الجسم Body Composition خارج المعمل، إحدى أدق هذه الطرق هى الـوزن تحت الماء، ورغم كوننا قد ذكرنا هذه الطريقة ضمن الطرق المعـملية سابقة الذكر إلا أنه من الممكن تطبيقـها بسهولة خارج المعمل إذا توافر حمـام سباحة أو كمية مناسبة من الماء ومـيزان يمكن تعليقه كما سبق شرحه. وهذه الطريقة سهلة وسريعة، أما عن الهواء المحبوس فى الرئتين عند التواجد تحت الماء فيمكن حسابه وفقا للقيم العادية المتوافرة بالنسبة للعاديين فى نفس السن وطول القامة والجنس.

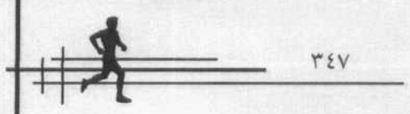




شكل رقم (٧٨)
المقاومة الكهربائية الحيوية لتقدير نسبة الدهن

عبر السنين تم استنباط عدد متنوع من أساليب قياس مكونات components تكوين الجسم body composition، وكان ذلك فى إطار علم الأنثروبوميترى Anthropometry، وتعريفه أنه العلم الذى يهتم **«بدراسة مقاييس جسم الإنسان»**(*).. ، وعادة ما تشمل هذه القياسات قياس محيطات(**) جسم الإنسان مثل الأطراف Limbs أو الأجزاء Sements مثل محيط سمانة الساق Calf وكذلك يتضمن هذا العلم قياس العروض(***) والأقطار(****) الخاصة بالعظام مثل عرض الحوض Hips or Pelvis. ، وأيضا يتضمن تقدير مكونات الجلد من حيث سمك طبقة الدهن تحت الجلد من مناطق محددة (مناطق تجمع الدهن تحت الجلد فى الجسم) مثل العضلة ذات الثلاث رءوس العضدية Triceps (خلف العضد).

(*) Anthropometry is the study of human body measurements.
(**) Girths or Circumferences.
(***) Breadths.
(****)Diameters.



باستخـدام المحيطات والعروض وسمك الدهن تحت الجلد، أو الجـمع بينها أمكن استنباط معادلات للتنبؤ بكثافة الجسم body density ويتم ذلك عن طريق:

- الدهن النسبى والمطلق للجسم Relative and absolute body fat.
- وزن الجسم الخالى من الدهن Lean body weight.
- الوزن المثالى Ideal weight.

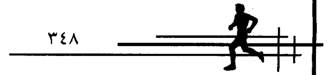
ومع ذلك وجد أن هذه المعادلات مصنفة للأفراد عامة، أى أنها تمدنا بقياس دقيق للجـماعات groups أو المجتـمعات المتشـابهة Similar Populations فقط، والمقصود بذلك تلك المجتمعات التى تتـشابه من حيث السن والجنس والقومية na-tionality واللياقة البدنية العامة General Physical Fitness.

وهذا يشير إلى أنه من الضرورى انتقاء المعادلة التى استخلصت من مجموعة من الأفراد تشبـه بقدر المستطاع جمـاعة الرياضيين أو الأفراد المـطلوب دراستهم، وليس صحيحـا استخدام معادلة مسـتخرجة من مجموعـة من الذكور فى منتصف العمـر لتقـويم مجمـوعة من الذكور المراهـقين الأقل منهم سنا، هذا على سـبيل المثال.

أساليب القيـاس الأنثروبوميترى سهلة التطبـيق وتتطلب القليل من المعدات، ومعظم المعادلات المستخلصة دقيقـة بشكل معقول، ومع ذلك فإن معظم المعادلات المتـوافرة اسـتخلصت من أفـراد عاديين وليـسوا رياضـيين، ومـدى مناسبـة هذه المعادلات على الأفـراد الرياضيين ذوى البناء العضلى عـالى التكوين يتطلب المزيد من الدراسة والبحث.

كما أن البعض يرى أن هذه المعادلات مناسبة للرياضيين فى جميع الرياضات والمسابقـات الرياضيـة، ولكن يبدو أن هذا الأمـر يتطلب أيضا مزيـدا من البحث والدراسة.

الحـوار العلمى مـازال مـسـتـمـرا أيضـا فى شـأن صـلاحـيـة المعـادلات الأنثروبوميترية Anthropometric Equations فى التنبـؤ بالتغـيرات التى تحـدث مستقبـلا فى تكوين الجسم. فبينما تتنبأ معظم المعادلات المسـتخلصة حاليا بتكوين



الجسم بدرجة معقولة من الدقـة فى شأن فترة محددة من الزمن at any one point in time إلا أنه يوجد شك بشـأن مدى الدقـة التى يمكن لهذه المعـادلات أن تتنبأ بتكوين الجسم فى ظل التغيرات التى قد تحدث فى الوزن المكتسب أو الوزن المفقود بسـبب نظام التغـذية وبرامج التـدريب الرياضى diet and exercise. . ، والأمر يتطلب مزيدا من البـحث لتحديد معدلات الـتغير المحتـملة فى تكوين الجسم بناء على الفرضيات سابقة الذكر.

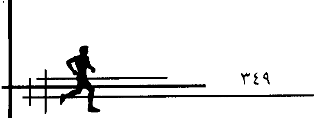
وفيما يلى شـرح مفصل لبعض الأساليب المتداولة فى قـياس تكوين الجسم ميدانيا.

هذا، وقد تمكن العـلماء من قيـاس كثافـة الجسم Body Density والنسبة المئوية لدهن الجسم الكلى Total Body Fat (TBF) بواسطة قياسات سمك طبقات الدهن تحت الجلد Skinfold Measurements. . ، وتمكنوا من تصمـيم نوموجرام Nomogram لاستـخراج هذه العلاقة مـباشرة دون إجراء أى مـعالجات إحصـائية بواسطة معادلات محددة. . ، وتفاصيل ذلك كما يلى:

من خـلال دراسة أجـراها سلوان Sloan، وير Weir لقياس كثـافة الجسم وقياس سـمك طبقات الدهن تحت الجلد على ٥٠ من الذكـور الأصحاء، ٥٠ من الإناث الشبـاب الأصحاء تم استخـلاص معادلة لاستـخراج كثافـة الجسم بواسطة قـياسـين اثنين فقط لسـمك طبـقات الدهن تحت الجلد. . ، إذا أضـيف إلى ذلك المعادلة التى استـخلصها بروزيك Brozck أمكن استـخلاص النسبـة المئوية لدهن الجسم الكلى عن طريق كثافة الجسم، أى أن هذا الأسلوب يعتمد على:

١ ـ كثافـة الأجسام البـشرية يمكن استخـلاصها عن طريق سمك طبـقات الدهن تحت الجلد فى مناطق محددة.

٢ ـ إمكانية تحديد النسبة المئوية للدهـن الكلى للجسم بواسطة كثافة الجسم ـ وفيما يلى تفاصيل هذا الأسلوب:



أولاً ـ للرجال (١٨ ـ ٢٦ سنة):

١ ـ يقاس سمك الدهن تحت الجلد من منطقتى الفخذ(*) واللوح(**) حيث يستخدم جهاز ممساك الدهن (انظر الشكل رقم ٧٠، ٧٢) وهما ثنايا عمودية Vertical.

٢ ـ استخراج كثافة الجسم باستخدام المعادلة التالية (للرجال):

كثافة الجسم = ١,١٠٤٣ - ٠,٠٠١٣٣ (دهن الفخذ) - ٠,٠٠١٣١ (دهن اللوح).

٣ ـ استخراج النسبة العامة لدهن الجسم الكلى باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{الدهن الكلى للجسم (٪)} = ١٠٠ \left(\frac{٤,٥٧٠}{\text{الكثافة}} - ٤,١٤٢ \right)$$

* باستخدام النوموجرام الموضح **بالشكل رقم (٧٩)** يمكن بدلالة دهن الفخذ(X_1) ودهن اللوح (X_2) استخراج الكثافة والنسبة المئوية لدهن الجسم مباشرة بدون معادلات، فإذا تم تحديد قيمة سمك الدهن تحت الجلد لمنطقة منتصف الفخذ (X_1) على التدريج الأيسر **بالشكل رقم (٧٩)**، وكذلك تحديد قيمة سمك الدهن لمنطقة اللوح (X_2) على التدريج الأيمن بنفس الشكل، فإن نقطة التدرج الأوسط التى تتحدد إذا قمنا بتوصيل خط بالقلم الرصاص بين القيمتين سابقتى الذكر (X_1 وX_2) تمثل قيمة كثافة الجسم Body Density (يساراً) والنسبة الكلية لدهن الجسم Percentage fat (يميناً).

مثال: إذا كان دهن منتصف الفخذ ٢٠ مم، ودهن اللوح ١٠ مم، نقوم بتوصيل خط بالقلم الرصاص بين القيمتين **بالشكل رقم (٧٩)** حيث يقطع هذا الخط التدريج الأوسط فى نقطة محددة..، على هذه النقطة يتضح أن كثافة الجسم ١,٠٦٥، والنسبة المئوية لدهن الجسم الكلى هى ١٥٪.

(*) فى منتصف عظمة الفخذ من على نقطة تمثل منتصف الطريق بين عظمة الفخذ وقمة صابونة الركبة (X_1) Thigh Skinfold (mm).

(**) منطقة الزاوية السفلى من عظمة اللوح (X_2) Subscapular Skinfold (mm).

ثانياً ـ الإناث (١٧ ـ ٢٥ سنة):

١ ـ يقاس سمك الدهن تحت الجلد مـن منطقتى أعلى الآلية over the iliac فى الخط الأوسط(*)، والقياس العمودى لمنطقة خـلف العضد (ثنية عمودية Verti-cal) فى منتصف الطريق بين نهاية عظمتى العضد من أعلى ومن أسفل عند المرفق وهو مفرود(**).

٢ ـ استخراج كثافة الجسم باستخدام المعادلة التالية (للإناث):

كثـافة الجـسم = ١,٠٧٦٤ − ٠,٠٠٨١ (دهن الشـوكة) − ٠,٠٠٠٨٨ (دهن العضد).

٣ ـ استخراج النسبة العامة لدهن الجسم الكلى باستخدام المعادلة التالية:

$$\text{الدهن الكلى للجسم (\%)} = ١٠٠ \left(\frac{٤,٥٧٠}{\text{الكثافة} - ٤,١٤٢} \right)^{(***)}$$

* **باستـخدام النوموجـرام الموضح بالشكل رقم (٨٠)** يمكن بـدلالة دهن الشوكة (X_1) ودهن خلف العـضد (X_2) استخـراج الكثافة والنسبـة المئوية لدهن الجسم مباشرة بدون معادلات بنفس الأسلوب السابق ذكره الخاص بالذكور.

مثال: دهن الشوكة = ٢٠ مم، دهن خلف العضد = ١٠ مم.

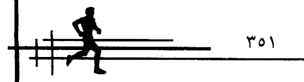
باستخدام الشكل رقم (٢) يتبين أن كثافة الجسم = ١,٠٥١، والنسبة العامة لدهن الجسم = ٢٠,٥ ٪ تقريبا.

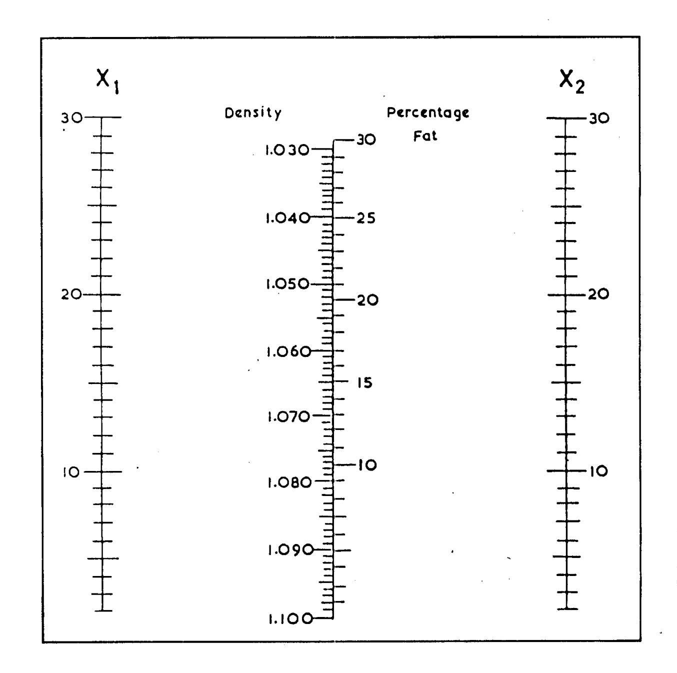
ولقد نجح مـؤخراً بعض العلماء فى اسـتخراج كثـافة الجسم مبـاشرة بدلالة دهن الجسم من المعادلة التالية:

(*) Suprailiac Skinfold Thickness (mm).

(**) Back of Arm Skinfold Thickness (mm).

(***) استخرج بروزك Brozck هذه المعادلة بأسلوب التحليل الكيمائى لثلاث جثث من الرجال..، لذلك فإن استخدامها مع الإناث يشوبه بعض النقد.





● الرجال (١٨ ـ ٢٦ سنة):

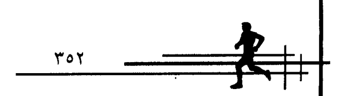
كثافة الجسم = ١,١٠٤٣ - ٠,٠٠١٣٣ (دهن الفخذ)

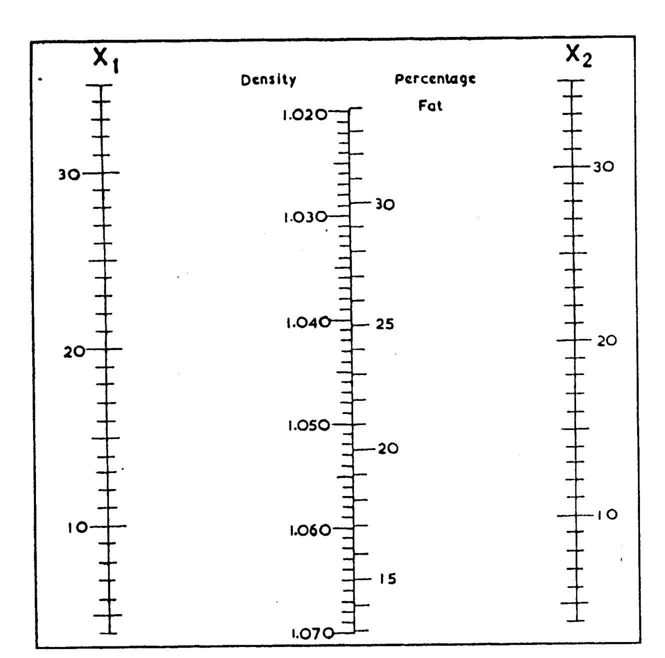
- ٠,٠٠١٣١ (دهن اللوح)

شكل رقم (٧٩)

نوموجرام تحديد كثافة الجسم والنسبة المئوية لدهن الجسم للرجال

عن: (Sloan, 1970)





* السيدات (١٧ ـ ٢٥ سنة):

كثافة الجسم = ١,٠٧٦٤ - ٠,٠٠٠٨١ (دهن الشوكة)

- ٠,٠٠٠٨٨ (دهن العضد)

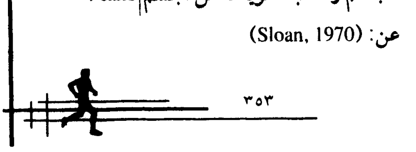
* الدهن الكلى للجسم:

الدهن الكلى للجسم = ١٠٠ (٤,٥٧٠ / الكثافة - ٤,١٤٢)

شكل رقم (٨٠)

نوموجرام لتحديد كثافة الجسم والنسبة المئوية لدهن الجسم للنساء

عن: (Sloan, 1970)



أولاً ـ للإناث:

كثافة الجسم (BD) = ١,٠٩٩٤٩٢١ - ٠,٠٠٠٩٩٢٩ (مجموع قياسات الدهن الثلاثة) + ٠,٠٠٠٠٠٢٣ (مجموع قياسات الدهن الثلاثة) - ٠,٠٠٠١٣٩٢ (السن).

قياسات الدهن الثلاثة الخاصة بالنساء هي:

- أعلى الحوض Suprailium.
- منتصف الفخذ Thigh.
- خلف العضد Triceps.

ثانياً ـ الرجال:

كثافة الجسم (BD) = ١,١٠٩٣٨٠٠ - ٠,٠٠٠٨٢٦٧ (X_1)
+ ٠,٠٠٠٠٠١٦ $(X_1)^٢$ - ٠,٠٠٠٢٥٧٤ (X_2)

حيث:

X_1 = مجموع قياسات الدهون في مناطق

- الصدر Chest.
- البطن Adbominal.
- الفخذ Thigh.

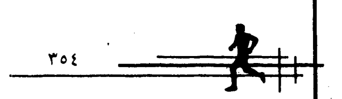
X_2، = العمر بالسنة.

وبناء على حساب كثافة الجسم باستخدام المعادلة السابقة للنساء والرجال يمكن حساب النسبة المئوية لدهن الجسم (٪) باستخدام المعادلة التالية:

النسبة المئوية لدهن الجسم Percent fat =

$$\frac{٤٩٥}{\text{كثافة الجسم}} - ٤٥٠$$

ولقد قام العلماء بتصميم جداول يمكن بواسطتها استخراج النسبة المئوية لدهن الجسم من قياسات دهن الجسم مباشرة للجنسين.



الجدول رقم (٥٠) يوضح النسب المئوية لدهن الجسم للنساء، **والجدول رقم (٥١)** يمثل توضيحا للنسب المئوية لدهن الجسم للرجال.

مثال لاستخدام الجدول رقم (٥١) للنساء:

امرأة عمرها ٣٤ عاما، قيس لها سمك طبقات الدهن تحت الجلد من مناطق أعلى الحوض، ومنتصف الفخذ، وخلف العضد..، فكانت على التوالى ٢٠ مم، ٢٤ مم، ١٢ مم.

تجمع مناطق الدهن الثلاثة تساوى = ٢٠ + ٢٤ + ١٢ = ٥٦ مم.، وبالرجوع إلى **الجدول رقم (٥١)** للبحث فى فئات السن عن عمر هذه المرأة فنجده يقع فى الفئة ٣٣ ـ ٣٧ سنة، وبالبحث فى العمود الأول من على اليمين عن مجموع قياسات الدهن الثلاثة فنجده يقع فى الفئة ٥٦ ـ ٥٨ مم..، الرقم المقابل للسن ومجموع الدهن وهو ٢٣,٤ ٪ يمثل نسبة دهن الجسم الكلى لهذه المرأة.

هذا، وقد تمكن بومجارتنر وجاكسون (Baumgartner and Jackson, 1975) من تجميع معادلات الانحدار Regression equations الخاصة بحساب كثافة الجسم Body Density (g/ml) التى خلص إليها العلماء للذكور Males والإناث Fe-males .، وهى معروضة فى **الجدول رقم (٥٢).**

ويلاحظ أن جميع هذه المعادلات قد بنيت بناءً على قياسات لسمك ثنايا الجلد من سبع مناطق لتجمع الدهون فى الجسم محسوبة بالمليمتر وهى (حسب الرموز الموجودة فى المعادلات):

(X_1) دهن الصدر Chest Skinfold (انظر الشكل رقم ٦٩).

(X_2) دهن اللوح Scapula Skinfold (انظر الشكل رقم ٧٤ ـ ب).

(X_3) دهن خلف العضد Triceps Skinfold (انظر الشكل رقم ٧٤ ـ أ).

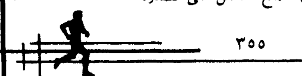
(X_4) دهن الفخذ Thigh Skinfold (انظر الشكل رقم ٧٤ ـ هـ).

(X_5) دهن البطن Abdominal Skinfold (انظر الشكل رقم ٧٤ ـ د).

(X_6) دهن الشوكة Suprailiac Skinfold (انظر الشكل رقم ٧٤ ـ جـ).

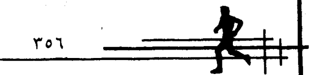
(X_7) دهن منتصف الثدى Midaxllary Skinfold(*) (انظر الشكل رقم ٦٩).

(*) ثنية جلدية عمودية على منتصف الخط القاطع لمستوى الضلع الخامس على الصدر.



جدول رقم (٥٠)
النسبة المئوية لدهن الجسم للرجال

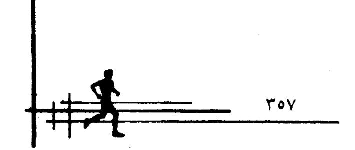
مجموع الدهن (مم) / السن	أقل من ٢٢	إلى ٢٧	٢٣_٣٢	٢٨_٣٧	٣٣_٤٢	٣٨_٤٧	٤٨_٥٢	٥٣ _٥٧	٥٨ فأكثر
٨ _ ١٠	١,٣	١,٨	٢,٣	٢,٩	٣,٤	٣,٩	٤,٥	٥,٠	٥,٥
١١ _ ١٣	٢,٢	٢,٨	٣,٣	٣,٩	٤,٤	٤,٩	٥,٥	٦,٠	٦,٥
١٤ _ ١٦	٣,٢	٣,٨	٤,٣	٤,٨	٥,٤	٥,٩	٦,٤	٧,٠	٧,٥
١٧ _ ١٩	٤,٢	٤,٧	٥,٣	٥,٨	٦,٣	٦,٩	٧,٤	٨,٠	٨,٥
٢٠ _ ٢٢	٥,١	٥,٧	٦,٢	٦,٨	٧,٣	٧,٩	٨,٤	٨,٩	٩,٥
٢٣ _ ٢٥	٦,١	٦,٦	٧,٢	٧,٧	٨,٣	٨,٨	٩,٤	٩,٩	١٠,٥
٢٦ _ ٢٨	٧,٠	٧,٦	٨,١	٨,٧	٩,٢	٩,٨	١٠,٣	١٠,٩	١١,٤
٢٩ _ ٣١	٨,٠	٨,٥	٩,١	٩,٦	١٠,٢	١٠,٧	١١,٣	١١,٨	١٢,٤
٣٢ _ ٣٤	٨,٩	٩,٤	١٠,٠	١٠,٥	١١,١	١١,٦	١٢,٢	١٢,٨	١٣,٣
٣٥ _ ٣٧	٩,٨	١٠,٤	١٠,٩	١١,٥	١٢,٠	١٢,٦	١٣,١	١٣,٧	١٤,٣
٣٨ _ ٤٠	١٠,٧	١١,٣	١١,٨	١٢,٤	١٢,٩	١٣,٥	١٤,١	١٤,٦	١٥,٢
٤١ _ ٤٣	١١,٦	١٢,٢	١٢,٧	١٣,٣	١٣,٨	١٤,٤	١٥,٠	١٥,٥	١٦,١
٤٤ _ ٤٦	١٢,٥	١٣,١	١٣,٦	١٤,٢	١٤,٧	١٥,٣	١٥,٩	١٦,٤	١٧,٠
٤٧ _ ٤٩	١٣,٤	١٣,٩	١٤,٥	١٥,١	١٥,٦	١٦,٢	١٦,٨	١٧,٣	١٧,٩
٥٠ _ ٥٢	١٤,٣	١٤,٨	١٥,٤	١٥,٩	١٦,٥	١٧,١	١٧,٦	١٨,٢	١٨,٨
٥٣ _ ٥٥	١٥,١	١٥,٧	١٦,٢	١٦,٨	١٧,٤	١٧,٩	١٨,٥	١٨,١	١٩,٧
٥٦ _ ٥٨	١٦,٠	١٦,٥	١٧,١	١٧,٧	١٨,٢	١٨,٨	١٩,٤	٢٠,٠	٢٠,٥
٥٩ _ ٦١	١٦,٩	١٧,٤	١٧,٩	١٨,٥	١٩,١	١٩,٧	٢٠,٢	٢٠,٨	٢١,٤
٦٢ _ ٦٤	١٧,٦	١٨,٢	١٨,٨	١٩,٤	١٩,٩	٢٠,٥	٢١,١	٢١,٧	٢٢,٢
٦٥ _ ٦٧	١٨,٥	١٩,٠	١٩,٦	٢٠,٢	٢٠,٨	٢١,٣	٢١,٩	٢٢,٧	٢٣,١
٦٨ _ ٧٠	١٩,٣	١٩,٩	٢٠,٤	٢١,٠	٢١,٦	٢٢,٢	٢٢,٧	٢٣,٣	٢٣,٩
٧١ _ ٧٣	٢٠,١	٢٠,٧	٢١,٢	٢١,٨	٢٢,٤	٢٣,٠	٢٣,٦	٢٤,١	٢٤,٧
٧٤ _ ٧٦	٢٠,٩	٢١,٥	٢٢,٠	٢٢,٦	٢٣,٢	٢٣,٨	٢٤,٤	٢٥,٠	٢٥,٥
٧٧ ٧٩	٢١,٧	٢٢,٢	٢٢,٨	٢٣,٤	٢٤,٠	٢٤,٦	٢٥,٢	٢٥,٨	٢٦,٣
٨٠ _ ٨٢	٢٢,٤	٢٣,٠	٢٣,٦	٢٤,٢	٢٤,٨	٢٥,٤	٢٥,٩	٢٦,٥	٢٧,١
٨٣ _ ٨٥	٢٣,٢	٢٣,٨	٢٤,٤	٢٥,٠	٢٥,٥	٢٦,١	٢٦,٧	٢٧,٣	٢٧,٩
٨٦ _ ٨٨	٢٤,٠	٢٤,٥	٢٥,١	٢٥,٧	٢٦,٣	٢٦,٩	٢٧,٥	٢٨,١	٢٨,٧
٨٩ _ ٩١	٢٤,٧	٢٥,٣	٢٥,٩	٢٥,٥	٢٧,١	٢٧,٦	٢٨,٢	٢٨,٨	٢٩,٤
٩٢ _ ٩٤	٢٥,٤	١٦,٠	٢٦,٦	٢٧,٢	٢٧,٨	٢٨,٤	٢٩,٠	٢٩,٦	٣٠,٢
٩٥ _ ٩٧	٢٦,١	٢٦,٧	٢٧,٣	٢٧,٩	٢٨,٥	٢٩,١	٢٩,٧	٣٠,٣	٣٠,٩
٩٨ _ ١٠٠	٢٦,٩	٢٧,٤	٢٨,٠	٢٨,٦	٢٩,٩	٢٩,٨	٣٠,٤	٣١,٠	٣١,٦
١٠١ _ ١٠٣	٢٧,٥	٢٨,١	٢٨,٧	٢٩,٣	٢٩,٢	٣٠,٥	٣١,١	٣١,٧	٣٢,٣
١٠٤ _ ١٠٦	٢٨,٢	٢٨,٨	٢٩,٤	٣٠,٠	٣٠,٦	٣١,٢	٣١,٨	٣٢,٤	٣٣,٠
١٠٧ _ ١٠٩	٢٨,٩	٢٩,٥	٣٠,١	٣٠,٧	٣١,٣	٣١,٩	٣٢,٥	٣٣,١	٣٣,٧
١١٠ _ ١١٢	٢٩,٦	٣٠,٢	٣٠,٨	٣١,٤	٣٢,٠	٣٢,٦	٣٣,٢	٣٣,٨	٣٤,٤
١١٣ _ ١١٥	٣٠,٢	٣٠,٨	٣١,٤	٣٢,٠	٣٢,٦	٣٣,٢	٣٣,٨	٣٤,٥	٣٥,١
١١٦ _ ١١٨	٣٠,٩	٣١,٥	٣٢,١	٣٢,٧	٣٣,٣	٣٣,٩	٣٤,٥	٣٥,١	٣٥,٧
١١٩ _ ١٢١	٣١,٥	٣٢,١	٣٢,٧	٣٣,٣	٣٣,٩	٣٤,٥	٣٥,١	٣٥,٧	٣٦,٤
١٢٢ _ ١٢٤	٣٢,١	٣٢,٧	٣٣,٣	٣٣,٩	٣٤,٥	٣٥,١	٣٥,٨	٣٦,٤	٣٧,٠
١٢٥ _ ١٢٧	٣٢,٧	٣٣,٣	٣٣,٩	٣٤,٥	٣٥,١	٣٥,٨	٣٦,٤	٣٧,٠	٣٧,٦



جدول رقم (٥١)

النسبة المئوية لدهن الجسم للنساء

السن / مجموع الدهن (مم)	٢٢ فأقل	٢٣ ـ ٢٧	٢٨ ـ ٣٢	٣٣ ـ ٣٧	٣٨ ـ ٤٢	٤٣ ـ ٤٧	٤٨ـ٥٢	٥٣ ـ ٥٧	٥٨ فأكثر
٢٣ ـ ٢٥	٩,٧	٩,٩	١٠,٢	١٠,٤	١٠,٧	١٠,٩	١١,٢	١١,٤	١١,٧
٢٦ ـ ٢٨	١١,٠	١١,٢	١١,٥	١١,٧	١٢,٠	١٢,٣	١٢,٥	١٢,٧	١٣,٠
٢٩ ـ ٣١	١٢,٣	١٢,٥	١٢,٨	١٣,٠	١٣,٣	١٣,٥	١٣,٨	١٤,٠	١٤,٣
٣٢ ـ ٣٤	١٣,٦	١٣,٨	١٤,٠	١٤,٣	١٤,٥	١٤,٨	١٥,٠	١٥,٣	١٥,٥
٣٥ ـ ٣٧	١٤,٨	١٥,٠	١٥,٣	١٥,٥	١٥,٨	١٦,٠	١٦,٣	١٦,٥	١٦,٨
٣٨ ـ ٤٠	١٦,٠	١٦,٣	١٦,٥	١٦,٧	١٧,٠	١٧,٢	١٧,٥	١٧,٧	١٨,٠
٤١ ـ ٤٣	١٧,٢	١٧,٤	١٧,٧	١٧,٩	١٨,٢	١٨,٤	١٨,٧	١٨,٩	١٩,٢
٤٤ ـ ٤٦	١٨,٣	١٨,٦	١٨,٨	١٩,١	١٩,٣	١٩,٦	١٩,٨	٢٠,١	٢٠,٣
٤٧ ـ ٤٩	١٩,٥	١٩,٧	٢٠,٠	٢٠,٢	٢٠,٥	٢٠,٧	٢١,٠	٢١,٢	٢١,٥
٥٠ ـ ٥٢	٢٠,٦	٢٠,٨	٢١,١	٢١,٣	٢١,٦	٢١,٨	٢٢,١	٢٢,٣	٢٢,٦
٥٣ ـ ٥٥	٢١,٧	٢١,٩	٢٢,١	٢٢,٤	٢٢,٦	٢٢,٩	٢٣,١	٢٣,٤	٢٣,٦
٥٦ ـ ٨٥	٢٢,٧	٢٣,٠	٢٣,٢	٢٣,٤	٢٣,٧	٢٣,٩	٢٤,٢	٢٤,٤	٢٤,٧
٥٩ ـ ٦١	٢٢,٧	٢٤,٠	٢٤,٢	٢٤,٥	٢٤,٧	٢٥,٠	٢٥,٢	٢٥,٥	٢٥,٧
٦٢ ـ ٦٤	٢٤,٧	٢٥,٠	٢٥,٢	٢٥,٥	٢٥,٧	٢٦,٠	٢٦,٧	٢٦,٤	٢٦,٧
٦٥ ـ ٦٧	٢٥,٧	٢٥,٩	٢٦,٢	٢٦,٤	٢٦,٧	٢٦,٩	٢٧,٢	٢٧,٤	٢٧,٧
٦٨ ـ ٧٠	٢٦,٦	٢٦,٩	٢٧,١	٢٧,٤	٢٧,٦	٢٧,٩	٢٨,١	٢٨,٤	٢٨,٦
٧١ ـ ٧٣	٢٧,٥	٢٧,٨	٢٨,٠	٢٨,٣	٢٨,٥	٢٨,٨	٢٩,٠	٢٩,٣	٢٩,٥
٧٤ ـ ٧٦	٢٨,٤	٢٨,٧	٢٨,٩	٢٩,٢	٢٩,٤	٢٩,٧	٢٩,٩	٣٠,٢	٣٠,٤
٧٧ ـ ٧٩	٢٩,٣	٢٩,٥	٢٩,٨	٣٠,٠	٣٠,٣	٣٠,٥	٣٠,٨	٣١,٠	٣١,٣
٨٠ ـ ٨٢	٣٠,١	٣٠,٤	٣٠,٦	٣٠,٩	٣١,١	٣١,٤	٣١,٦	٣١,٩	٣٢,١
٨٣ ـ ٨٥	٣٠,٩	٣١,٢	٣١,٤	٣١,٧	٣١,٩	٣٢,٢	٣٢,٤	٣٢,٧	٣٢,٩
٨٦ ـ ٨٨	٣١,٧	٣٢,٠	٣٢,٢	٣٢,٥	٣٢,٧	٣٢,٩	٣٣,٢	٣٣,٤	٣٣,٧
٨٩ ـ ٩١	٣٢,٥	٣٢,٧	٣٣,٠	٣٣,٢	٣٣,٥	٣٣,٧	٣٣,٩	٣٤,٢	٣٤,٤
٩٢ ـ ٩٤	٣٣,٢	٣٣,٤	٣٣,٧	٣٣,٩	٣٤,٢	٣٤,٤	٣٤,٧	٣٤,٩	٣٥,٢
٩٥ ـ ٩٧	٣٣,٩	٣٤,١	٣٤,٤	٣٤,٦	٣٤,٩	٣٥,١	٣٥,٤	٣٥,٦	٣٥,٩
٩٨ ـ ١٠٠	٣٤,٦	٣٤,٨	٣٥,١	٣٥,٣	٣٥,٥	٣٥,٨	٣٦,٠	٣٦,٣	٣٦,٥
١٠١ ـ ١٠٣	٣٥,٣	٣٥,٤	٣٥,٧	٣٥,٩	٣٦,٢	٣٦,٤	٣٦,٧	٣٦,٩	٣٧,٢
١٠٤ ـ ١٠٦	٣٥,٨	٣٦,١	٣٦,٣	٣٦,٦	٣٦,٨	٣٧,١	٣٧,٣	٣٧,٥	٣٧,٨
١٠٧ ـ ١٠٩	٣٦,٤	٣٦,٧	٣٦,٩	٣٧,١	٣٧,٤	٣٧,٦	٣٧,٩	٣٨,١	٣٨,٤
١١٠ ـ ١١٢	٣٧,٠	٣٧,٢	٣٧,٥	٣٧,٧	٣٨,٠	٣٨,٢	٣٨,٥	٣٨,٧	٣٨,٩
١١٣ ـ ١١٥	٣٧,٥	٣٧,٨	٣٨,٠	٣٨,٢	٣٨,٥	٣٨,٧	٣٩,٠	٣٩,٢	٣٩,٥
١١٦ ـ ١١٨	٣٨,٠	٣٨,٣	٣٨,٥	٣٨,٨	٣٩,٠	٣٩,٣	٣٩,٥	٣٩,٧	٤٠,٠
١١٩ ـ ١٢١	٣٨,٥	٣٨,٧	٣٩,٠	٣٩,٢	٣٩,٥	٣٩,٧	٤٠,٠	٤٠,٢	٤٠,٥
١٢٢ ـ ١٢٤	٣٩,٠	٣٩,٢	٣٩,٤	٣٩,٧	٣٩,٩	٤٠,٢	٤٠,٤	٤٠,٧	٤٠,٩
١٢٥ - ١٢٧	٣٩,٤	٣٩,٦	٣٩,٩	٤٠,١	٤٠,٤	٤٠,٦	٤٠,٩	٤١,١	٤١,٤
١٢٨ - ١٣٠	٣٩,٨	٤٠,٠	٤٠,٣	٤٠,٥	٤٠,٨	٤١,٠	٤١,٣	٤١,٥	٤١,٨



ولاستخراج النسبة المئوية لدهن الجسم للبالغين adult تستخدم إحدى المعادلات المعروضة فى **الجدول رقم (٥٢)** (عن: Baumgartner & Jackson, 1975) مع مراعاة السن والجنس لاستخراج كثافة الجسم..، يلى ذلك استخراج النسبة الكلية لدهم الجسم باستخدام إحدى المعادلات الخاصة بذلك وأشهرها (وفقا لرأى بومجارتنر وجاكسون) المعادلة التالية:

$$\text{دهن الجسم (٪)} = \left(\frac{\text{٤,٩٥٠}}{\text{الكثافة} - \text{٤,٥٠٠}}\right) \times \text{١٠٠}$$

والجدول رقم (٥٣) يوضح نتائج الدراسات التى أجريت لاستخراج النسبة المئوية لدهن الجسم Percentage body fat باستخدام معادلات الانحدار لطلاب الجامعات (السن الجامعى) الذكور التى أجراها ولمور وبنيك (Wilmore and Pehn-ke, 1968)، وكذلك التى أجريت على طالبات الجامعات (سن الجامعة) الإناث التى أجراها بولك وآخرون (Pollock et al., 1974)، وأيضا الدراسات التى أجريت على طلاب الجامعات الرياضيين (سن الجامعة) الذكور التى أجراها فوريث وسيننج(Forsyth and Sinning, 1973).

جدول رقم (٥٢)

معادلات الانحدار لحساب كثافة الجسم

الجنس	الدراسة	العينة	معادلة الانحدار	معامل الصدق	الخطأ المعيارى
الذكور	بروزك، كى ١٩٥١م. Brozck & Key 1951	١٣٣ رجلاً ١٨ - ٢٦ سنة	د = ١,١٠١٧ - ٠,٠٠٠٢٨٢ (X_5) ٠,٠٠٠٧٣٦ (X_1) - ٠,٠٠٠٥٨٣ (X_3)	٠,٨٧	٠,٠٠٧
	فوريث، سننج ١٩٧٣م. Forsyth & Sinning 1973.	٥٠ رجلاً (رياضيون جامعيون)	د = ١,١٠٣٠٠ - ٠,٠٠١٦٨ (X_2) ٠,٠٠١٢٧ (X_5)	٠,٨٢	٠,٠٠٦
	سلوان ١٩٦٧م. Sloan 1967.	٥٠ رجلاً ١٨ - ٢٦ سنة	د = ١,١٠٤٣ - ٠,٠٠١٣٢ (X_4) ٠,٠٠١٣١ (X_2)	٠,٨٥	٠,٠٠٧
	ولمور، بيهنك ١٩٦٠م. Wilmore & Behnke 1960.	١٣٣ رجلاً ١٧ - ٣٧ سنة	د = ١,٠٨٥٤٣ - ٠,٠٠٠٨١ (X_6) - ٠,٠٠٠٤٠ (X_4)	٠,٨٠	٠,٠٠٨
الإناث	سلوان وآخرون ١٩٦٢م. Sloan et al., 1962.	٥٠ امرأة ١٧ - ٢٥ سنة	د = ١,٠٧٦٤ - ٠,٠٠٠٨١ (X_6) - ٠,٠٠٠٨٨ (X_3)	٠,٧٤	٠,٠٠٨
	ولمور، بيهنك ١٩٧٠م. Wilmore & Behnke 1970.	١٢٨ امرأة ١٨ - ٤٨ سنة	د = ١,٠٨٥٤٣ - ٠,٠٠٠٨٨٦ (X_5) - ٠,٠٠٠٤٠ (X_4)	٠,٦٨	٠,٠٠٧
	بولك وآخرون ١٩٧٤م. Pollock et al., 1974.	٨٣ امرأة ١٨ - ٢٣ سنة	د = ١,٠٨٥٢ - ٠,٠٠٠٧٦ (X_5) - ٠,٠٠١٠٧ (X_4)	٠,٧٨	٠,٠٠٩
	بولك وآخرون ١٩٧٤م. Pollock et al., 1974.	٦٠ امرأة ٣٣ - ٥٥ سنة	د = ١,٠٧١٣٠ - ٠,٠٠٠٤٧ (X_6) - ٠,٠٠٠٥٧ (X_4) - ٠,٠٠٠٧٤ (X_7)	٠,٨٧	٠,٠٠٨

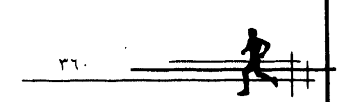
د =

جدول رقم (٥٣)

المتوسطات والانحرافات المعيارية لدراسات

تكوين الجسم

القياس	المتوسط	الانحراف المعيارى
طلاب الجامعات (ذكور)		
كثافة الجسم	١,٠٦٦٩	٠,٠١٣
النسبة المئوية لدهن الجسم	١٤,٥٦	٥,٥٢
دهن البطن	١٦,٠٠	٨,٨٩
دهن الفخذ	١٤,٩٠	٧,٤٠
طالبات الجامعات (إناث)		
كثافة الجسم	١,٠٤٢٧	٠,٠١٤
النسبة المئوية لدهن الجسم	٤٢,٨٠	٦,٤٤
دهن الشوكة	١٥,٢٩	٦,٢٢
دهن الفخذ	٢٨,٨٣	٦,٧٦
طلاب جامعات ـ رياضيين (ذكور)		
كثافة الجسم	١,٠٧٢	٠,٠١٠
النسبة المئوية لدهن الجسم	١٢,٢	٤,٠٨
دهن اللوح	١١,٠	٢,٧٥
دهن البطن	١٠,٠	٣,٤٣



تأثير التدريب الرياضى على بناء وتكوين الجسم

فى هذا الجزء من الكتاب نستعرض مدى فعالية التدريب البدنى Physical Training فى إحداث تغييرات ذات قيمة فى بناء الجسم Body Build (نمط الجسم Somatotaype)، وحجم الجسم Body Size، وتكوين الجسم Body Compo-siton.

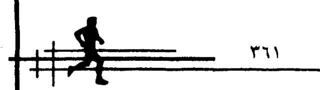
أظهرت نتائج بعض البحوث أن أنماط أجسام البالغين يمكن التنبؤ بها بدرجة عالية من الدقة أثناء فترة ما قبل المراهقة Preadolescence.

ومن الواضح أن الكتلة العضلية muscle mass يمكن أن تفقد lose أو تكتسب gained بسبب أو بما يتناسب مع النشاط البدنى وتدريب القوة. كما أن فقدان أو اكتساب الدهون يرتبط بنظام التغذية والتمرينات الرياضية، هذه التغيرات المحتملة عادة ما تكون ذات طبيعة محدودة مما يترتب عليها ضعف فكرة إمكانية حدوث تغيير فى نمط الجسم، كما أن عدم إمكانية تغيير نمط الجسم يرجع بشكل كبير إلى طبيعة النمط الجسمى الموروث Genetic.

ما سبق يشير إلى أن التدريب الرياضى له تأثير محدود للغاية على نمط الجسم، وفى هذا الشأن جدل شديد بين مؤيدى عدم التغيير أمثال شيلدون Shel-don ومؤيدى إمكانية التغيير أمثال هيث وكارتر Heath and Carter. . ، ولكن يبدو أن ثبات النمط الجسمى على مدار حياة الفرد الرياضى أمر مدعم، وأن إمكانية التغيير نتيجة التدريب الرياضى واردة داخل حدود نمط الفرد الرياضى، وذلك عن طريق زيادة الكتلة العضلية وتقليل الدهون فى الجسم فيتجه النمط إلى مزيد من العضلية والنحافة مع تقليل من تقدير مركبة السمنة.

أما عن تكوين الجسم body composition، فقد ثبت إمكانية حدوث تغييرات كبيرة فى تكوين الجسم نتيجة للتدريب الرياضى.

والشىء اللافت للنظر أنه قديما كان هناك اعتقاد سائد أن النشاط البدنى له تأثير محدود على تكوين الجسم، وكانت الحجة فى ذلك أن التمرينات الرياضية العنيفة تتطلب استهلاك قليل جدا من السعرات Calories لينتج عنها تخفيضات كبيرة فى شحم الجسم. ولتوضيح ذلك قُدِّر أن السيدة التى تزن ١٥٠ رطلا يلزمها



أن تصعد وتهبط درجات سلم طوله عشرة أقدام ألف مرة تقريبا بخطوة متوسطة لكى تفقد رطلا واحدا من الدهن. . ، وهذا مثال لا ينحو نحو تشجيع الناس على ممارسة التمرينات الرياضية بغرض إنقاص الوزن أو التحكم فى الوزن. . ، وهذه دعوى خاطئة حيث وجد أن التمرينات الرياضية فعالة جدا فى تنمية وتعزيز التغييرات الكبيرة فى تكوين الجسم. . ، وتفسير ذلك يرجع إلى ما يلى:

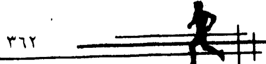
عند تقدير الطاقة energy المبذولة فى نشاط ما من المعتاد استخدام قيمة الطاقة المبذولة أثناء التمرين، مثلا: إذا احتجنا إلى ٧,٥ كيلوكالورى كل دقيقة (Kcals / min) أثناء أداء عمل معين فإن هذه القيمة تمثل قيمة الحالة الثابتة Steady State - أثناء التمرين، فإننا وبناء على ذلك نحتاج إلى ما جملته ٤٥٠ كيلوكالورى لكل ساعة من العمل، أو فقد ٠,١٣ رطلا من الشحم تقريبا.

ولكن الحقيقة تشير إلى حدوث ردود أفعال حادة بعد أداء التمرين أو العمل، حيث تبقى عملية التمثيل الغذائى metabolism فى الجسم عالية المستوى أثناء الفترة التالية للتدريب أو العمل مباشرة، وتسمى هذه الفترة بفترة الدين الأكسجينى «Period of Oxygen Debt» بغرض استعادة المستوى إلى ما كان عليه قبل التمرين أو العمل pre-exercise level، وفترة نشاط عمليات التمثيل الغذائى هذه يمكن أن تستمر عدة دقائق إذا كان التمرين أو الأداء خفيفا، وعدة ساعات إذا كان التمرين أو العمل ثقيلا، ومن ١٢ ـ ٢٤ ساعة إذا كان التمرين أو العمل عنيفا ومطولا Prolonged, exhaustive exercise.

وزيادة عملية التمثيل فوق معدلاتها العادية أثناء فترة استعادة الشفاء recov-ery period من التمرين الثقيل إلى التمرين العنيف المطول يمكن أن تكون فى مجملها عددا كبيرا من الكيلوكالورى، وإذا ظل استهلاك الأكسجين Oxygen Consumption عاليا بعد التمرين بمعدل ١٠٠ ملى أو ٠,١ لتر/دقيقة فسوف تبلغ جملته ٠,٥ كيلوكالورى/دقيقة أو ٣٠ كيلوكالورى/ساعة.

فإذا ظل التمثيل الغذائى مرتفعا لمدة ١٠ ساعات فسوف تبلغ جملته ٣٠٠ الكيلوكالورى إضافية مبذولة، وهذه سوف لا تضاف عادة إلى حساب جملة الطاقة total energy المبذولة من أجل هذا النشاط المعين.

* الكيلوكالورى (Kcal) هو السعر الحرارى الكبير.



لـذلك فإن هـذا المصدر الرئيسى major ssurce للطاقة المبذولة energy ex-penditure الذى يحدث كنتيجة لفترة التمرين كـثيرا ما نتجاهله فى معظم حساباتنا بشأن الطاقة المبذولة فى الأنشطة المختلفة.

فى المثال السابق إذا قام الفرد بالتدريب بنفس المعدل خمسة أيام فى الأسبوع فإنه يكون قد بذل ١٥٠٠ كـيلوكالورى أو ٠,٤ رطلا تقريبا فى أسـبوع واحد من فترة استعادة الشفاء بمفردها. ومـن بين أولئك الذين يوافقون على الحقيقة القائلة: إن التمرين يمكن أن يغـير من تكوين الجسم، يوجد الكثيـر منهم يشعرون أن هذا التغيير يكون بطيئا جدا.

فالشخص الذى يمـارس المشى السريع أو ما يطلق عليـه مشى الهرولة Jog-ging بمعدل ثلاثة أيـام فى الأسبوع لمدة ٣٠ دقـيقة فى اليـوم بمعدل ٧ أمـيال فى الساعة أو أكثر قليلا بمعدل ثمان دقـائق وثلاثين ثانية فى الميل، فإنه يستخدم تقريبا ١٤,٥ كيلوكـالورى/ دقيقة أو ٤٣٥ كـيلوكالورى لجملة الجـرى اليومى. ينتج عن ذلك أن جملة الطاقة المبذولة فى الأسـبوع تكون حوالى ١,٣٠٥ كيلوكالورى، أو أقل أو أكثر قليلا من ثلث رطل نقص فى كمية الشحوم كل أسبوع.

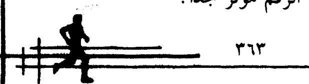
حوار علمى ساخن وطريف..، فهذا الجهد الكبير فى الأداء مع هذا المقدار الضئـيل من الدهن المفقود جـعل البعض ممن لديهم ضعف فى الـبصيرة يرفـعون شعـارا متـمثـلا فى هذا التـساؤل: لماذا نتـعب أنفسنا من أجل مـثل هذه الكمـية الضئيلة؟

Why even bother for that small amount?

ويستـمر هؤلاء المخطئون إلى الدعـوى بوجود طرق أفضل وأسـهل لخفض الشحم فى الجـسم، وأن التدريب طريقة مـؤلمة وشاقة وبطيـئة فى عمليـة خفض الدهون.

ولكن السـؤال هنا هو: ماذا يحـدث لو أن الشـخص الذى يمارس رياضـة مشى الهرولة Jogger المذكور بعاليه كان مثابرا وتمسك بالتدريب الروتينى؟

الجواب: إننا سنجده بعد ٥٢ أسبوعا بشرط ثبات حصيلته من الطاقة قد فقد ما جملته ١٧ رطلا، ويبدو واضحا أن هذا الرقم مؤثر جدا.



المجتمع ـ ومنه هؤلاء المتعجلون ـ يتسم بما يسمى التعجل الزمنى -Time Oriented بشكل عام، ويصر وهم معه علـى الحصول على ما يريده فى الحال -im mediately أو ما هو أسرع من ذلك إذا أمكن!

إذا أمعنا النظر فى لاعب رياضى محترف عمره ٢٥ عاما، وأن هذا اللاعب لديه زيادة فى وزنه بمقـدار ١٥ـ٢٠ رطلا على ما كان عليـه فى سن ٢١ سنة، من الطبيعى أن يسعـى هذا اللاعب إلى إنقاص هذه الزيادة فى وزنه. . ، فإذا فكر فى إنجاز هذا العـمل فى فترة تدريب مـا قبل الموسم Preseason وهى أقل مـن ثلاثة أسابيع فإنه لن ينجح فى تحقيـق غرضه وذلك لكونه فى حاجة إلى من ٩ إلى ١٢ شهرا لكى يفـقد هذا الوزن الزائد عن طريق التدريب بمفرده، فهـو فى حاجة لأن يفقد خمسـة أرطال أسبوعيا*. . ، لذلك يلجـأ إلى رجيم قـاس بانتقـاء أى رجيم شائع الاستعمال فى عصره وبيئته.

كلنا يعرف أنه من الممكن فقد من ٦ إلى ٨ أرطال أسبوعـيا نتيجة لاستخدام رجيم خاص. ولكن السؤال هنا:

ما نوع النجاح الذى ربما يحققه لاعبنا الرياضى؟

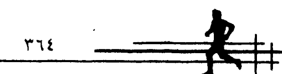
What kind of success might our athlete have?

وبصياغة أخرى. . ، مـاذا يمكن أن ننتظر من هذا الرياضى من نجاحات فى لعبته بعد أن يفقد هذه الزيادة فى الوزن بهذا الرجيم القاسى؟

كثير من الرياضيين عندما يجدون أنهم ليسوا فى شكلهم المعتاد أو ليسوا فى الفورمة out of shape وأن أوزانهم قد زادت نتيجة الإفراط فى الأكل Overeating وعدم النشـاط فى فترة مـا بعد الموسم off- season. عندما يحـدث ذلك فإنهم ينتظرون حتى الأسابيع القليلة الأخـيرة قبل استدعائهم للمـوسم الرياضى لمواجهة مشكلة هذا الوزن الزائد.

فى المثال السابق ربما لا يستطيع اللاعب الرياضى أن يفقد من وزنه ١٥ رطلا فى أقل من ثلاثة أسابيع نتيـجة للرجيم القاسى crach diet، ومع ذلك فإن كثيرا

(*) هذه المشكلة من أكثر المشاكل التى تواجه اللاعبين فى الرياضات الوزنية مثل المصارعة والملاكمة.



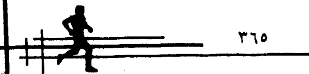
من الوزن الذى سيفقده سوف يكون من مخزون ماء الجسم body weight com- partment، والقليل جدا من مخزون الدهن stored fat. ولقد أفادت نتائج دراسات عديدة أن فاقدًا كبيرًا من الوزن يمكن أن يتحقق بواسطة رجيم التجويع أو شبه التجويع Semi- starvation ٥٠٠ كيلوكالورى فى اليوم أو أقل، ولكن من فاقد الوزن هذا يكون ٦٠٪ من الجسم الخالى من الدهون، وأقل من ٤٠٪ من مخزون الدهون..، وكثير من فاقد الوزن من الجسم الخالى من الدهون يكون فى شكل ماء.

كما أن معظم أساليب الرجيم القاسى تستخدم أسلوب خفض النشويات Carbohydrate، ونتيجة لذلك يصبح مخزون النشويات بالجسم خاويا، واستخدام جرام واحد من النشويات يؤدى إلى فقد ثلاثة جرامات من الماء تقريبا.

فلو فرض أن الجسم به ٨٠٠ جرام من الجليكوجين glycogen المخزون، فإن إخلاءها ينتج عنه فقد ٢٤٠٠ جرام من الماء، أو أقل قليلا من خمسة أرطال من الوزن، وكثير من هذا الفاقد يحدث أثناء الأسبوع الأول من الرجيم.

ومن المسلم بصحته استحالة أن يفقد الشخص أكثر من ٤ أرطال من الدهن فى الأسبوع، حتى لو قام برجيم تجويع كلى totel starvation وهذا يمكن توضيحه بسهوله كما يلى:

إذا افترضنا أن المطلوب فقد ٣٥٠٠ كيلوكالورى لإنقاص رطل واحد من الشحم، فإن اللاعب الرياضى فى المثال السابق لا يمكنه أن ينقص أكثر من ٠,٧ رطلاً يوميا فى حالة الرجيم بالتجويع الكلى، ويكون مستوى استهلاكه ٢٥٠٠ كيلوكالورى فى اليوم تقريبا، وبذلك ينقص ٢٥٠٠ كيلوكالورى فى اليوم إذا انقطع عن الطعام نهائيا..، ومع ذلك فقد أوضحت نتائج البحوث أنه فى حالة رجيم التجويع فإن عملية التمثيل الغذائى فى الجسم تنخفض بنسبة من ٢٠ إلى ٢٥٪، والجدير بالذكر أن انخفاض عملية التمثيل الغذائى فى جسم الفرد الرياضى بنسبة ٢٠٪ يؤدى إلى تقليل جملة ما ينقصه إلى ٢٠٠٠ كيلوكالورى فقط فى اليوم، أو حوالى٠,٥٧ رطلا من الشحم الفاقد فى اليوم. وفى أسبوع واحد يمكن أن ينتج عنه فاقد يبلغ ٤ أرطال فقط من الدهون، وذلك شريطة



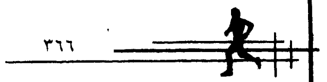
وجود رجيم تجويع كامل. . ، وهنا تجدر الإشارة إلى أن قليلا من الأفراد ينجحون فى تحمل المتاعب المصاحبة لرجيم التجويع الكامل لفترات طويلة.

المنهج المعقول لخفض الوزن هو الجمع بين رجيم معتدل فى ممنوعاته مع مستويات متزايدة من التدريب. . ، فيجب أن يكون معلوما أن الشهية متوازنة بشكل حساس مع احتياجات الجسم الفعلية من السعرات.

ببساطة، إذا استبعدنا شريحة واحدة من الخبز المغطى بالزبد من وجبتنا كل يوم، واحتفظنا بمستويات النشاط ودوام الرجيم على هذا القدر، ينتج عن ذلك نقص فى الوزن يبلغ عشرة أرطال فى السنة (١٠٠ كيلوكالورى يوميا × ٣٦٤ يوما)، قد تبدو هذه الكمية فى فقد الوزن قليلة، ولكن إذا أضفنا إلى ذلك فقد متواضع فى الوزن يقدر بـ ٠,٢٥ إلى ٠,٣٠ رطلا أسبوعيا نتيجة ثلاثة أيام تدريب مشى الهرولة Jogging، فإن جملة فاقد الوزن سوف تبلغ ٢٥ ـ ٣٥ رطلا فى السنة الواحدة.

الصبر فضيلة Patience is a virtue، هذه هى الحكمة فى هذا الأسلوب لإنقاص الوزن، فقد وجد أن فاقد الوزن بهذا الأسلوب يظل ثابتا بشكل أكبر؛ لأن فاقد الوزن السريع الذى نحصل عليه بالرجيم القاسى سرعان ما يكتسب مرة أخرى بسرعة، وربما يكون سبب ذلك أنه عند العودة للوجبة المتوازنة Balanced Diet بعد الوجبة ناقصة النشويات فإن الماء السابق فقده سرعان ما يكتسب ثانية. أضف إلى ذلك أن شواهد نتائج البحوث قد أشارت إلى أن الجمع بين التدريب والرجيم يقلل نسبة الوزن الفاقد من الأنسجة خالية الدهون Lean Tissue إلى مستوى ملحوظ، ولأن الغرض من برامج فقد الوزن هو فقد الدهون من الجسم وليس فقد الأنسجة الخالية من الدهون. . ، فإن الجمع بين الرجيم والتدريب قد أصبح الآن المدخل الفاصل Preferred Approach فى هذه القضية.

وعند الجمع بين التدريب والرجيم فإنه يجب القيام بالتدريب ثلاث مرات أسبوعيا على الأقل، وكلما تعددت تكرارات frequency التدريب. . ، وكلما زادت شدته intensity. . ودوامه duration زاد فاقد الوزن الناتج عنه.



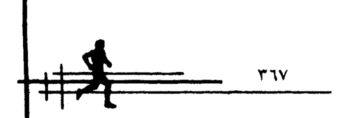
وفيما يتعلق بالرجيم فـإن خفض ٢٠٠ إلى ٥٠٠ كيلوكالورى فى اليوم من الرجيم العـادى يزيد خفض وزن الجسم لدى الرياضى بشكل كبـير بمرور الوقت، ويمكن تحـقيق خـفض وزن الجسم حـوالى رطل واحد فى الأسـبوع بالجـمع بين الرجيم والتدريب . . ، وهذا يمثل هدفا واقعياً.

يضاف إلى مـا سبق أن الوجـبة المتـوازنة لا غنى عنها لضـمان مـد الجسم بالفيتامينات Vitamins والأملاح المعدنية Minerals اللازمة لمد الرياضى باحتياجاته للأداء الرياضى.

ومن الأمور التى يجب توجـيه النظر إليـها أن الرجيم يجب أن يكون عـبر الوجبات الثلاث اليـومية، حيث لوحظ أن بعض الرياضيين يـتناولون وجبة واحدة أو وجبـتيـن فقط على مـدار اليوم، ولا يتناولون إمـا طعام الإفطار أو الـغداء أو كليهما ثم يستهلكون عشاءً كبيرا جدا.

لقـد أظهـرت البحـوث التى أجـريت على الحـيـوانات أنه عند إعطاء هذه الحيوانات نفس السعـرات عدداً و كماً فإن الحيوانات التى تأكل نصيـبها من الطعام اليومى فى ساعة أو ساعتين اكتسبت وزنا أكبر من تلك التى استغرقت اليوم بطوله فى تناول نصيبها من الطعام.

ومفهوم خاطئ آخـر شاع استخدامه، هو استبعـاد فوائد التدريب فى عملية نقص الوزن، على اعتبـار أن التدريب الرياضى نفسه سوف يزيد من شـهية الفرد appetite، لدرجة أن كميـة الطعام الداخلة للجسم سوف تزداد اختيـاريا لسد فاقد الجهد المبذول فى التـدريب، ولكن أفاد العلامة Jean Meyer عام ١٩٥٤م ـ وهو أستاذ مادة التغذية بجامعة هارفارد Harvard University وشهرته عالمية world- famous . . ـ إلى أن الحيوانات التى تلعب وتمرح لمدة ساعة يوميا تنقص شهيتها فعلا إذا ما قـورنت بشهية الحـيوانات المقيدة الحـركة، ولقد جاءت تقـارير أخرى على دراسات أجـريت على الإنسـان قد أثبـتت نفس المفهـوم، حيث أشـارت الى أن التدريب الرياضى يعتبر أحد عوامل فقد الشهية إلى حد ما.



من المناقشة السابقة يمكن استنتاج أن التدريب الرياضى يلعب دورا هاما فى نقص الوزن وبرامج التحكم فى الوزن، ولا يتطلب الأمر أن يكون التدريب ممتدًا extended أو له طبيعة مرهقة exhaustive لكى يكون فعالا.

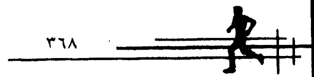
فالرياضى يجب أن يختار نوعا من التحمل endurance- type فى النشاط الذى يستطيع أن يتمتع به، ويمارس هذا النشاط من ٣٠ـ٤٠ دقيقة يوميا، ومن ٤ـ٥ أيام أسبوعيا، بشدة تتراوح من ٦٠ إلى ٧٥٪ من قدرته القصوى على التحمل endurance capacity. . ، وبمرور الوقت سوف ينجح هذا البرنامج التدريبى فى تحقيق النتائج المنشودة.

يوضح الجدول رقم (٥٤) عن Wilmore, 1976 مثالا للسعرات المبذولة Ca- loric expenditure فى الجرى على أساس سرعة الجرى.

جدول رقم (٥٤)
السعرات المبذولة فى الجرى ومشى الهرولة بمختلف السرعات على أساس وزن الجسم

	السعرات فى الساعات السرعة لكل ميل							
الوزن (رطل)	٥,٢٠	٦,٠٠	٦,٤٠	٧,٢٠	٨,٠٠	٨,٤٠	٩,٢٠	١٠,٠٠
١٢٠	٠,٩٣٦	٠,٨٢٨	٠,٧٢٦	٠,٦٥٤	٠,٥٩٤	٠,٥٤٠	٠,٤٩٨	٠,٤٥٦
١٣٠	١,٠١٤	٠,٨٨٨	٠,٧٩٢	٠,٧٠٨	٠,٦٤٢	٠,٥٨٢	٠,٥٣٤	٠,٤٩٢
١٤٠	١,٠٨٦	٠,٩٥٤	٠,٨٤٦	٠,٧٥٦	٠,٦٩٠	٠,٣٦٠	٠,٥٧٦	٠,٥٢٨
١٥٠	١,١٦٤	١,٠٢٠	٠,٩٠٦	٠,٨١٠	٠,٧٣٨	٠,٦٧٢	٠,٦١٢	٠,٥٦٤
١٦٠	١,٢٣٦	١,٠٨٦	٠,٩٦٦	٠,٨٧٠	٠,٧٨٠	٠,٧٠٨	٠,٦٥٤	٠,٦٠٠
١٧٠	١,٣١٤	١,١٥٢	١,٠٢٠	٠,٩١٨	٠,٨٢٨	٠,٧٦٢	٠,٦٩٠	٠,٦٣٦
١٨٠	١,٣٨٦	١,٢١٢	١,٠٨٠	٠,٩٧٢	٠,٨٧٦	٠,٧٩٨	٠,٧٣٢	٠,٦٧٢
١٩٠	١,٤٦٤	١,٢٧٨	١,١٤٠	١,٠٢٠	٠,٩٢٤	٠,٨٤٠	٠,٧٧٤	٠,٧٠٨
٢٠٠	١,٥٣٦	١,٣٤٤	١,١٩٤	١,٠٧٤	٠,٩٧٢	٠,٨٨٨	٠,٨١٠	٠,٧٤٤
٢١٠	١,٦١٤	١,٤١٦	١,٢٣٠	١,١٢٢	١,٠٢٠	٠,٩٣٠	٠,٨٤٦	٠,٧٨٠
٢٢٠	١,٦٨٦	١,٤٨٢	١,٣١٤	١,١٧٦	١,٠٦٨	٠,٩٧٢	٠,٨٨٨	٠,٨١٦

Adapted from J. Henderson (1974), "Planning High- Calorie Workouts", Runner's World, g: 24 25.

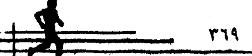


دور التدريب الرياضى فى خفض وزن جزء معين من الجسم مازال محل خلاف، فكثير من الأفراد بما فيهم الرياضيون يعتقدون أنه بالتدريب المركز على جزء من الجسم localized area يمكن استهلاك الدهون المركزة فى هذا الجزء، وبذلك يمكن تقليل كمية الشحوم المخزونة فى هذا المكان.

كثير من نتائج البحوث جاءت مؤيدة أومساندة لمفهوم الخفض الموضعى، أى إمكانية تخفيض مخزون الدهون فى جزء معين من الجسم، فى حين تشير نتائج البحوث الحديثة إلى أن مسألة الخفض الموضعى ما هى إلا خرافة، وأن التدريب حتى لو كان مركزا على مكان محدود من الجسم فإنه سوف يسحب الدهون من جميع مخازنها فى الجسم وليس فقط من مخزون الجزء الخاضع للتدريب، أى أن السحب لا يكون من مخازن موضعية فقط.

فى دراسة جوينب وآخرون عام ١٩٧١م (Gwinup et al., 1971) استخدم لاعبى التنس المحترفين للتحرى عن هذه الظاهرة، وخرج الباحثون بنظرية فحواها أن لاعبى التنس يُفترض أنهم يمثلون نوعية نموذجية لدراسة ظاهرة الخفض الموضعى، ويرجع ذلك لعدم إمكانية التحكم فى معادلة الأداء الحركى للذراعين، حيث إنهم يتدربون لفترات زمنية طويلة على ذراع معين بينما الذراع الآخر فى حالة عدم تمرين نسبيا..، ويفترض تبعا لذلك وفى ضوء نظرية الخفض الموضعى أن استهلاك مخزون الدهن فى الذراع المستخدم بكثرة (النشط active) يفوق الذراع الآخر (غير النشط inactive)..، ولكن النتائج أوضحت أن محيط الذراع النشط كان أكبر بسبب التدريب، ولكن لم يوجد أى فرق إطلاقا فى محتوى الذراعين من الدهون عندما تم قياسه فى طبقات تحت الجلد.

والاعتقاد السائد بين الباحثين الآن هو أن الدهون تنتقل من الأماكن ذات التركيز الدهنى العالى إلى الأماكن الأقل تركيزا، وليس من منطقة إلى أخرى، لذلك يرفضون فكرة التخفيض الموضعى. وهذا يتعارض مع ما يحاول أصحاب أندية الصحة ترويجه فيما يتعلق بإمكانية تقليل عدة بوصات من خصر الزبون فى غضون أسابيع قليلة، أو إمكانية إحداث خفض كبير فى محيط البطن abdominal girth عن طريق تمرينات موضعية مثل ثنى الركبة Knee - bend والجلوس من الرقود Sit ups. والتفسير السليم لذلك هو أن هناك إمكانية لإحداث خفض



قدره ٣ أو ٤ بوصات من محيط البطن باستخدام تمرين الجلوس من الرقود بمفرده، ويرجع السبب فى ذلك إلى مـا يحدث من تقوية فى عـضلات البطن نتيجـة لهذا التمرين وليس نتيجة لأى فقد فى الدهون سواء كـان فقدا عاما أو موضعيا، حيث إن زيادة تقوية عضلات البطن تؤدى إلى شد الأحشاء الداخلية إلى وضعها العادى مرة أخرى، فـمن المعروف أن الضعف المتزايد لعـضلات البطن يؤدى إلى حدوث ترهل فى محتويـات البطن ينتج عنه ما يعرف بالكرش pot belly، وإحداث تقوية فى عضلات البطن يعمل على شد كـل شىء إلى مكانه مرة أخرى، أما تأثير ذلك على الدهون فـهو قليل أو مـعدوم تقـريبا فى هذه المنطقـة. هذا يعنى أن النقص الحـادث أو الممكن حدوثه فى مـحيط البطـن يرجع إلى ما يمكن زيادته من قـوة عضلات البطن وليس إلى حدوث خفض فى دهون هذه المنطقة.

والجدير بالذكر هنا أن التدريب الرياضى يمكن أن يؤدى إلى زيادة كبيرة فى الوزن، فهـذه الزيادة تظهـر فى معظم الأحيـان إن لم يكن فى كل الأحـيان..، ولكن هذه الزيادة فى الجسم تحدث فى وزن الجسم الخالى من الدهون.

إن برامج تدريب القوة Strength والقدرة Power تؤدى إلى زيادة مكتسبة فى الوزن الخالى من الشحوم، ويرجع ذلك نتيـجة تضخم العضلات muscle hypertrophy، كما أن برامج التـحمل أو الجلد Endurance تحدث تضخما محدودا فى العضلات.

وفى شـأن برامج التـحمل أو الجـلد وتأثيرهـا على الوزن، فقـد ظهـر فى الدراسة التى سبقت الإشارة إليها أن الرجال متوسطى السن middle-age قد حدث لديهم تغيـر قليل أو عدم حدوث تغـير كلى فى إجمـالى أوزانهم نتيجـة لتدريب التحـمل..، قد يبدو هذا متـعارضًا مع ما سـبق ذكره عن إمكانية إحداث تـغير محدود فى الوزن نتيجة لتدريبات التحمل، ولكن الحقيقة تشير إلى عدم وجود هذا التعارض حيث تشير الحقائق إلى حدوث هذا التغير فى الوزن ولكنه قد حدث فى تكوين الجسم Body composition بشكل ملحـوظ فى حـين لم يكن كـبيـرا أو ملحوظا بالنسبة للوزن الكلى للجسم total body weight.

نمطيا typically يمكن القول أن الزيادة فى الكتلة العضلية أو الأجزاء اللاشحمية من الأجسام يعادلها نقص مماثل تقريبا فى دهون الجسم. . ، وقد يصاحب هذه الزيادة وهذا النقص عدم حدوث تغير فى وزن الفرد الكلى على الميزان حتى بعد عدة شهور من التدريب الشاق. . ، وهنا يصبح الفرد عرضة للخطأ الكبير حينما يتصور أنه لا جدوى من إنقاص وزنه باستخدام التدريب الرياضى. والحقيقة هى أن التدريب قد أحدث تغيرًا جوهريًا فى حالة الجسم رغم عدم حدوث تغير ملحوظ فى وزن الجسم، حيث زادت العضلات وقلت الدهون وهذا هو الهدف الأصح. . ، والدليل على ذلك أنك إذا سألت هؤلاء الأفراد عن ملابسهم قبل وبعد التدريب الرياضى وحدوث هذه الظاهرة، ستجد إجابتهم هى أن ملابسهم لم تعد مضبوطة do not fit كما كانت قبل التدريب، فقد ضاقت فى منطقة الذراعين arms، ومنطقة الرجلين legs (زيادة فى حجم العضلات) واتسعت فى منطقة البطن loose in the abdominal area (نقص فى الدهون). . . ، لقد أصبح التفسير واضحا حيث إن حدوث ذلك يرجع إلى زيادة فى العضلات ونقص فى الدهون. . وهذا هو الهدف الأسمى.

فى ضوء ما سبق فإن الدرس المستفاد فيما يتعلق بتكوين الجسم body composition هو أن وزن الفرد على الميزان ليس دليلا دقيقا على تكوين الجسم ولا يعكس التغييرات التى تنتج عن التدريب الرياضى المقنن والطويل زمنيا.

ميكانيزم التغير

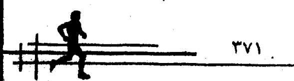
Mechanisms of Change

ربما يكون من الواضح أن عملية إنقاص الوزن weight losses وزيادة الوزن weight gains امر سهل يتعلق إما بإضافة طاقة energy input أو بذل طاقة energy expenditure أو كليهما معا.

فلكى نفقد وزنا. . ، نستطيع أن نخفض السعرات المكتسبة ونزيد السعرات الفاقدة أو نجمع بين الاثنين معا فى آن واحد.

ولكى نزيد الوزن. . ، نستطيع أن نزيد السعرات المكتسبة ونخفض الطاقة المبذولة أو نجمع الاثنين معا.

ولكن لسوء الحظ، فقد أظهرت الملاحظات العامة والأبحاث الحديثة أن توازن الطاقة energy balance ليس بهذه السهولة التى عرضناها. . ، مثلا بعض الأفراد يتناولون كميات كبيرة جدا من الطعام يوميا ولكنهم يبقون نحافا Lean



دائما . . ، وآخرون يكتسبون الشحوم فى أجسامهم حتى ولو أكلوا كميات ضئيلة جدا من الطعام .

هذه الظاهرة ترجع إلى اختلاف الناس فيما يتعلق بالتمثيل الغذائى meta-bolize food . . ، فبعضهم أكثر كفاءة مقارنة بالآخرين . . ، وبعضهم أكثر كفاءة عن الآخرين فى بذل الطاقة من أجل أعمال محددة fixed work tasks .

لم تقدم الدراسات والبحوث إجابات حاسمة حتى الآن حول هذه الظاهرة، فرغم كون هذه الظاهرة طبيعية ونلاحظها بسهولة فى المجتمع إلا أن الأمر يتطلب مزيدا من البحث والدراسة لتحديد العوامل المتداخلة وأهميتها النسبية . . ، أى العوامل المسببة لهذه الظاهرة وأهمية كل عامل فى إحداثها فى ضوء العلاقة النسبية مع العوامل الأخرى .

وفيما يتعلق بالتدريب الرياضى بشكل خاص . . ، يبدو أن خفض الشحوم عن طريق التدريب الرياضى يرجع إلى مايفقده الجسم من السعرات نتيجة لهذا التدريب . . ، إلا أن هناك توقعًا أن يتكيف الجسم مع هذه الزيادة فى الفاقد عن طريق زيادة الشهية لتعويض هذا النقص، وهذه إحدى المشاكل التى يمكن مواجهتها .

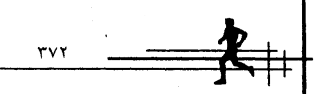
لقد أشارت نتائج العديد من الدراسات والبحوث إلى الدور الذى يمكن أن يلعبه هرمون النمو فى الجسم، على أساس أنه مسئول عن زيادة انتقال الحامض الدهنى أثناء التدريب .

ومستويات هرمون النمو Growth Hormone Levels تزيد بحدة فى التدريب، وتظل عالية لساعات عديدة فى فترة استعادة الشفاء ، ولقد أظهرت نتائج البحوث أن النسيج الدهنى adipost tissue أكثر حساسية more sensitive للجهاز العصبى السمبثاوى(*) أو لمستويات العصارات(**) التى ينتج عنها مزيد من انتقال الليبدات (الأجسام الدهنية) المهضومة .(***)

(*) Sympathetic nervous system.

(**) Levels of circulating catecholamines.

(***) Lipid mobilizatioh.



وأظهرت أيضـا نتائج دراسة حديثـة أنه يوجد مادة مـعينة خاصة بتـحريك الدهون، وهى ذات حساسية عالية للاسـتجابة للنشاط. . ، وحتى الآن يصعب أن نقرر بشكل حاسم أى العوامل هى الأهم فى إحداث هذه الاستجابة.

لقد أوضحنـا من قبل أن التدريب يعمل على خـفض الشهية، هذا حـقيقى بالنسبة للذكور من حيوانات المعمل، إلا أنه قد اتضح أن التمرين يزيد الشهية فعلا عند الإناث من حيوانات المعمل. . ، والسبب فى هذا الاختلاف بين الجنسين ليس معروفا بعد.

أما بالنسبة للإنسان. . ، فإن جانبا كبيرا من نتائج البحوث التى اجريت على الذكور يشيـر إلى عدم حدوث تغير فى الـشهية مع زيادة مسـتويات التدريب، أو حدوث نقص ضـعيف فـيها. . ، ويحـتمل أن يكون حدوث خـفض فى الشهـية مصاحـبا فقط لمستويات العـمل المرهق، حيث يزيد فى هذه المستويات نسـبة إفراز العصارات التى تؤدى إلى كبت الشهية.

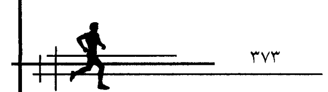
والزيادة فى وزن الأجزاء الخـالية من الدهون lean weight بالتدريب ترجع إلى الزيادة فى نواتج بناء البروتين Protein anabloism أو العناصر البنائية synthe-sis التى تؤدى إلى تضخم العـضلات muscle hypertrophy أثناء عمليـة التكيف الزمنى للتدريب(*) التى أشرنا إليها سابقا.

لقد جرى البحث عن السبب الفـعال فى تضخم العضلات، ووجد أنه زيادة فى حجم الألياف العضلية muscle fiber size وربما يكون ذلك نتيـجة زيادة عدد مكونات الألياف (الميوفيبرس) myofibrils. . ، كما نوقش أيضا مـوضوع احتمال انقسام الألياف fiber splitting(**). . . عموما فإن عدم القدرة على معرفة التغيرات المحدودة التى تحـدث داخل العضلة من الصـعب تحديد الكيـفية التى تـتم بها هذه التغيرات.

مرة أخرى. . ، حيث إن نمو الهرمون فى الإنسان له خواص تكوينية وبنائية، فإن زيادته بالتدريب الرياضى واستـمرار ارتفاعه أثناء فترة استعـادة الشفاء قد دفع الكثيـر من الباحثين إلى القـول بأن ذلك ربما يفسر الزيادة التى تحـدث فى النسيج

(*) Chronic Adaptations to Exercise.

(**) أشارت نتائج بحوث قلـيلة جدا إلى حدوث انقسام فى الألياف عند بعض حـيوانات التجارب، ولكن ذلك لم يتأكد بشكل قاطع على الإنسان.



الخالى من الدهون. . ، وهذا أمر يشـير إلى ضرورة استمرار البـحث قبل أن نقرر بدقة كيف تحدث هذه التغيرات.

العلاقة بين بناء الجسم وتكوينه والأداء الرياضى

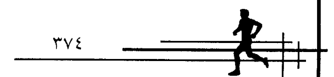
Relationship of Body Build and Composition to Athletic Performance

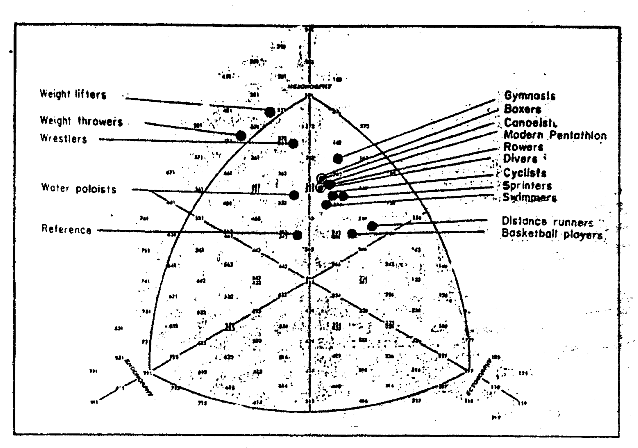
سبقت الإشارة إلى أن بناء الجسم Body Build مرتبط بالجانب الوراثى إلى حد كبير، فهى خواص مـوروثة من الأبوين، ومن ثم فإن إمكانية حدوث تغير فى نمط الجسم على مـدار حياة الفرد الرياضى مـحدودة للغاية، وكـذلك الأمر ينطبق على حجم الجسم Body Size.

بناء على ذلك فمن الضرورى أن نتـفهم أن معظم الألعاب الرياضيـة تحتاج إلى نوع مـعـين مـن الأجـسـام لكى تحـقق نجـاحـاً. . ، يوضـح ذلك الشكلان أرقام(٨١، ٨٢) والذى يمثل بطاقة النمط Somatogram موزع عليها أنماط أجسام عدد كبيـر من اللاعبين المشاركين فى دورة الألعاب الأولمبيـة التى أقيمت فى مدينة المكسـيك عام ١٩٦٨ Mexico City, 1968. . ، ويلاحظ مـن الشكلـين (٨١) ، (٨٢) أن توزيع أنماط أجـسام اللاعبـات الإناث يتركـز حول المنطقـة الوسطى من بطاقة النمط، فـى حين أن توزيع أنماط أجسـام اللاعبين الذكـور موزعة ومنتـشرة بشكل جيد على بطاقـة النمط وأن معظمها يميـل نحو النمط العضلى Mesomor-phy.

وفى نطاق أى لعبة رياضيـة يوجد تباين كبير فى أنماط أجسام اللاعـبين كما هو مـوضح فى الشكل رقم (٨٣)، ومـن هذه المعلومـات يتـضح أن اللاعب كى يكون ناجـحا يجب أن ينتـقى لونا من الرياضـة يكون نمط جسـمه مناسـبا لهـا، والجدير بالذكر أن جمـيع الألعاب الرياضية باستثناء القليل منـها يتطلب معدلاً من متوسط إلى عالٍ من مكون العضلية. . ، فى حين أن مقادير مكونى السمنة Endo-morphy والنحافة Ectomorphy تكون قاصرة جدا.

ولقد ربط عدد من الدراسـات بين نمط الجسم وحجم الجسم ومـستوى أداء اللاعبين فى ألعاب معينة، وكـان ذلك على عدد من اللاعبين المشاركين فى بعض الدورات الأولمبيـة، من هذه الدراسات البـحث الذى أجراه كيـورتن عام ١٩٥١م (Cureton, 1951)، عن القدرات البنائية Structural والوظيفية functional لإحدى





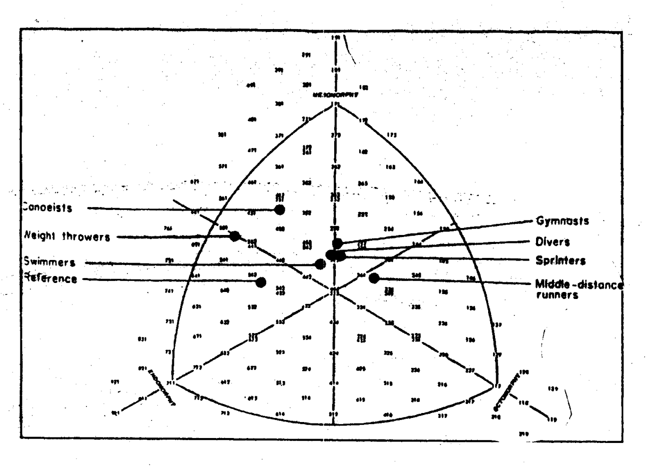
شكل رقم (٨١)

توزيع متوسطات أنماط أجسام لاعبى بعض الرياضات المشاركين

فى الدورة الأولمبية عام ١٩٦٨م.

عن : (Wilmore, 1976)

- لاعبو الجمباز	Gymnasts	السباحون -	Swimmers
- لاعبو الملاكمة	Boxers	لاعبو جرى المسافات -	Distance runners
- لاعبو التجديف ـ كانيونج	Canoeists	لاعبو كرة السلة -	Basktball Players
- لاعبو الخماسى الحديث	Modern Pentathlon	لاعبو رفع الأثقال -	Weight lifters
- لاعبو تجديف ـ رويتج	Rowers	لاعبو الرمى -	Weight throwers
- الغطاسون	Divers	لاعبو المصارعة -	Wrestlers
- لاعبو الدراجات	Cyclists	لاعبو كرة ماء -	Water Poloists
- العداءون	Sprinters	مجموعة مرجعية -	Reference

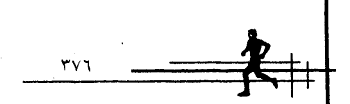


شكل رقم (٨٢)

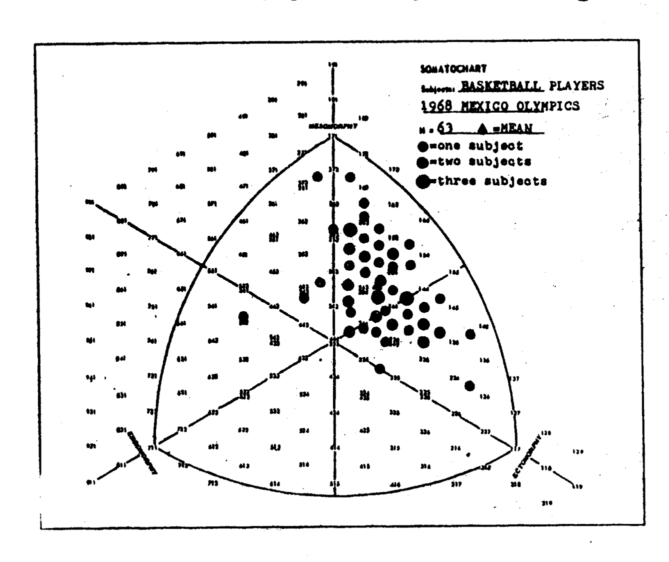
توزيع متوسطات أنماط أجسام لاعبات بعض الرياضات المشاركات
في الدورة الأولمبية عام ١٩٦٨م.

عن : (Wilmore, 1976)

- لاعبات الجمباز Gymnasts
- لاعبات الغطس Divers
- العداءات Sprinters
- لاعبات جرى مسافات متوسطة Middle-distance runners
- لاعبات التجديف ـ كانيونج Canoeists
- لاعبات الرمى Weight throwers
- السباحات Swimmers
- مجموعة مرجعية Reference



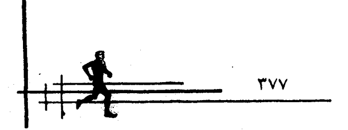
وعشرين لاعبا (ذكور) من فريق الولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٤٨، وعدد أربعة وعشرين من اللاعبين الأولمبيين الدوليين فى ألعاب القوى (مسابقات الميدان والمضمار) فوجد أن هناك فروقًا كبيرة فى نمط الجسم وحجم الجسم بين لاعبى الألعاب الرياضية Sports، وكذلك وجود فروق كبيرة بين أنماط أجسام اللاعبين وفقا لنوع المسابقة events داخل النشاط الرياضى الواحد.



شكل رقم (٨٣)

توزيع متوسطات أنماط أجسام لاعبى كرة السلة من دول مختلفة مشتركة فى الدورة الأولمبية عام ١٩٦٨م.

عن : (Wilmore, 1976)



كمـا تابع كوريتى وزولى (Correnti and Zouli, 1964) ١٦٦ من لاعـبى ألعـاب القوي وثمـانى سبـاحين فى الـدورة الأولمبيـة التى أقيـمت فى روما عـام ١٩٦٠م Rome, 1960، حيث وجـدا فروقا فى السن والطـول والوزن بين لاعبى المسابقات events المختلـفة، ولكنهـما وجدا قـدرا من التشـابه بين أنماط أجسام اللاعبين داخل نفس المسابقة فى كل من المسابقات الخاضعة للبحث.

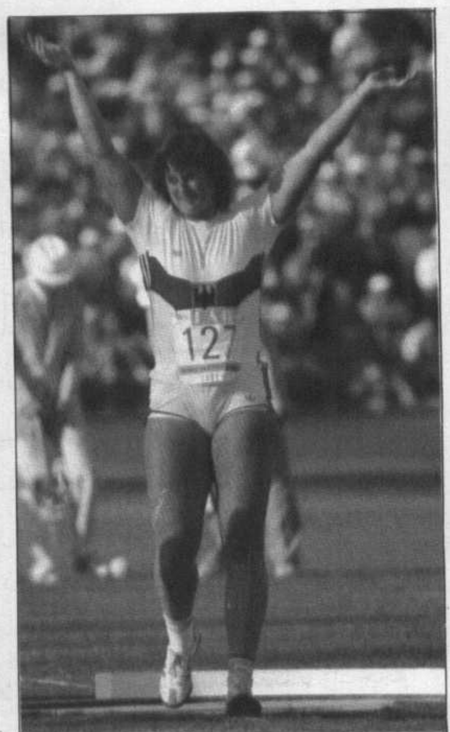
ودرس تانر عـام ١٩٦٤م (Tanner, 1964) ١٣٧ من لاعبى ألعـاب القوى (مسابقات الميدان والمضمار) المشتـركين فى دورة روما الأولمبية عام ١٩٦٠م، فوجد أن هناك فروقـا بين أنماط أجسـام اللاعبين حـسب نوع المسابقـة، لدرجة أن أنماط الأجسام مالت إلى التجمع فى مواقع مـعينة على بطاقة النمط وفقا لنوع المسابقة، وأنه من الممكن تحديد نوع المسـابقة التى يمارسـها اللاعب من مجرد تحـديد أبعاد جسمية body dimensions معينة (انظر الشكل رقم ٨٤).

كما قام جاراى وآخرون عام ١٩٦٤ (Garay et al., 1964) بدراسة مستفيضة على اللاعبين المزمع اشتراكهم فى دورة مدينة المكسيك عام ١٩٦٨م (قبل المشاركة) يوجـد تلخيص لنـتائج هذه الدراسـة فى الشكلين أرقـام (٨١) ، (٨٢)، وهناك إصدارات عـربية تضم دراسات مُسـتفيضـة فى موضوع أنماط أبطال الرياضـية من الجنسين(*).

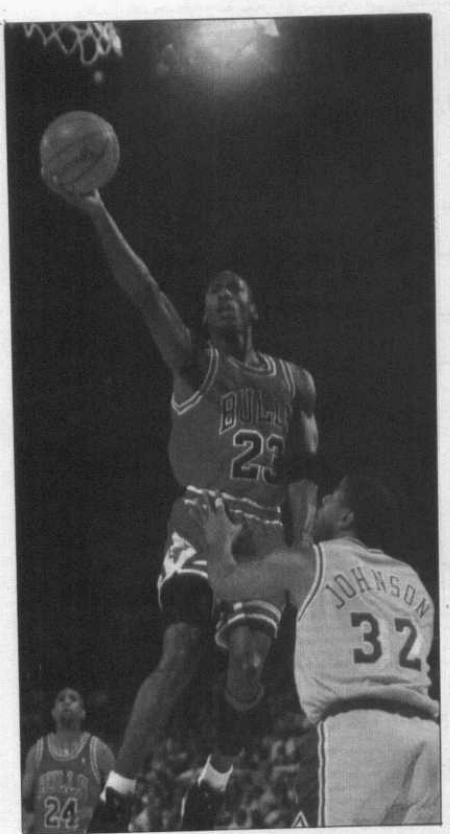
فى ضوء ما سـبق يتضح أن نمط الجسم Somatotype محدد بصفات وراثية إلى حد كـبيـر، وهذا يشير إلى أهمـية وضع اللاعب فى النشـاط الرياضى الذى يناسب نمطه الجسمى حتى يمكن تحقيق النجاح فى هذا النشاط المعين.

هذا ويجب الأخـذ فى الاعـتبـار أن تكوين الجـسم Body Composition مساوٍ فى الأهمـية لبناء الجسم Body Build عند محـاولة رفع أداء اللاعب إلى الحد الأقصى.

(*) للاستزادة حول أنماط أجسام أبطال الرياضة من الجنسين راجع:
محمد صبحى حسانين (١٩٩٥م): أنماط أجسام أبطال الرياضة من الجنسين، دار الفكر العربى، القاهرة.
يضم هذا الكتـاب توصيفـا كامـلا لأنماط أجسام أبطال الرياضـة من الجنسين فى أكـثر من ٣٥ لعـبة رياضية.. والكتاب مدعوم بالصور والأشكال التوضيحية مع شرح متكامل لنظرية أنماط الأجسام وأساليب قياسها.



شكل رقم (٨٤)
بناء الجسم وتكوينه
أساس التفوق فى بعض الألعاب
الرياضية



شكل رقم (٨٥)
حجم الجسم أساس التفوق فى بعض
الألعاب

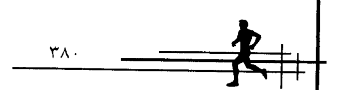
ولقد أثبتت نتائج دراسات متعددة وجود علاقة عكسية كبيرة بين كمية الدهون فى الجسم وبين الأداء فى الأنشطة الرياضية (Wilmore and Haskell, 1972)، فكلما زادت النسبة المئوية للدهون فى الجسم نقص أداء الفرد رياضيا . . ، وهذا صحيح لجميع الأنشطة التى تتطلب تحريك الجسم إما رأسيا وإما أفقيا أثناء اللعب.

كثير من اللاعبين يعتقدون أنهم لابد أن يكونوا ضخاما ليكونوا على مستوى جيد فى ألعابهم. . ، وهذا صحيح إلى حد كبير، انظر الشكل رقم (٨٥)، إذا كانت الزيادة فى الحجم ناتجة عن الزيادة فى الأنسجة الخالية من الدهون. . ، فالحجم Size مرتبط بنوعية الأداء الرياضى وبنوع النشاط الرياضى.

إن إضافة المزيد من الدهون للجسم لمجرد زيادة وزن أو حجم الجسم يكون معوقاً للأداء باستثناء لاعبى رفع الأثقال، حيث يسمح لهم بزيادة الدهون فى الجسم لكون ذلك يساعدهم على خفض مركز ثقلهم center of gravity ويعطيهم ميزة حركية أكبر عند رفع الأثقال. . ، ورغم هذا التفسير فيما يتعلق برفع الأثقال فإن التصور حاليا هو ضرورة إجراء المزيد من البحوث فى هذا الشأن.

ويعتبر حجم الجسم من أكثر عوامل الفوز فى المصارعة، فكلما زاد حجم المصارع كان ذلك ميزة له، ولكن المصارع صاحب الوزن الأكبر من الجسم الخالى من الشحم هو الأعظم دائما ويكون لديه مقومات النجاح العام.

ما سبق يشير إلى أن الاهتمام يجب أن يوجه بالنسبة للرياضيين إلى وزن الأنسجة الخالية من الدهون Lean body weight أكثر من الاهتمام بالوزن العام Overallweight، ولقد أمكن حاليا تحديد أوزان الأجزاء الخالية من الشحوم فى الجسم بدقة عالية، وهذا يمهد إلى وضع البرامج المقننة التى تستهدف تنمية الأنسجة الخالية من الدهون إلى الحد الأقصى المقرر، وفى نفس الوقت المحافظة على استمرارية محتواه من الدهون فى مستويات منخفضة نسبيا.



إن منهاجية الحجم وتنمية الأجزاء الخالية من الدهون تعتبر سليمة تماما بالنسبة للأنشطة التى تتطلب القوة Strength والقدرة Power والجلد العضلى Muscular Endurance . . ، فى حين أن عكس هذا الأمر هو المطلوب للاعب التحمل Endurance Athlete الذى يجبر على تحريك كتلة الجسم بأكملها total body mass أفقيا لفترات ممتدة من الزمن.

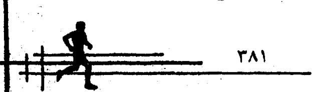
الوزن الإضافى additional weight حتى ولو كان فى الأنسجة النشطة الخالية من الدهون ربما ينُقص أكثر مما يسهل القدرة على الأداء بالنسبة للرياضيين.

إن القياس أو التقدير الدقيق لتكوين الجسم لاغنى عنه، فى حين أن استخدام مستويات جداول الطول والوزن لا تمدنا بتقدير دقيق لما يجب أن يزنه اللاعب، ولقد ثبت ذلك فى دراسات أجريت منذ فترة زمنية طويلة مثل دراسة ولهام وبينكى Welham and Behnky عام ١٩٤٢م التى أجريت على ٢٥ لاعبا محترفا، حيث تبين أن ١٧ منهم غير لائقين بدنيا لأداء التجنيد العسكرى أو للحصول على بوليصة تامين من الدرجة الأولى بسبب أوزانهم، فى حين أثبتت الدراسة أن أحد عشر لاعبا ممن أثبتت جداول الطول والوزن أنهم غير لائقين (١٧ لاعبا) لديهم مستويات منخفضة من الشحم فى الجسم، وهذا يوضح أن حالة زيادة الوزن كانت نتيجة لزيادة الأنسجة الخالية من الشحم وليست زيادة فى الدهون.

إن معدلات تكوين الجسم تميل للتنوع حسب اللعبة الرياضية، فالألعاب والأنشطة التى يلزمها مكون التحمل endurance بشكل كبير تحتاج نمطيًا إلى رياضيين ذوى أجسام بها نسب منخفضة نسبيا من الدهون، فلاعبو ولاعبات جرى المسافات الطويلة عادة ما يوجد فى أجسامهم أقل من ١٠٪ دهون، وهذه نسبة منخفضة إذا تبينا أن نسبة الدهون لدى شباب الكليات من الذكور هى ١٥٪ من أوزانهم، وللإناث ٢٥٪ من أوزانهم.

والسؤال المهم هنا هو:

هل هذه النسبة المنخفضة من الدهون لدى لاعبى ولاعبات جرى المسافات الطويلة (أقل من ١٠٪ من وزن الجسم) نتيجة طبيعية للانتقاء الطبيعى normal selection لأفراد نحاف لجرى المسافات؟ أم هل هذا نتيجة لجرى من ٦٠ إلى ١٠٠ ميل أو أكثر أسبوعيا كجزء من برامج التدريب؟



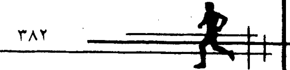
لاشك أن النمط الجسمى المناسب والتدريب الرياضى المقنن هما عاملا النجاح فى الرياضة، وهذا ينطبق بشكل كبير على رياضة الجرى لمسافات طويلة. . ، ومن ثم فإن الإجابة المتاحة حاليا على هذا التساؤل هى أن كليهما يرجع إليه هذه النسبة القليلة من الدهون.

الجدول رقم (٥٥) يعرض نسب الدهون فى الجسم لبعض الألعاب الرياضية، مع ملاحظة أن هذه النسب ليست معدلات مثالية أو أهدافا يجب على الرياضى محاولة الوصول إليها؛ لأن بعض هذه المعدلات بالنسبة للفرد أو للفريق قد تكون أعلى مما يعتبر مرغوبا كمستوى عادى. والقاعدة أنه فى كل الألعاب الرياضية تقريبا تعتبر النسب المنخفضة فى الدهون مطلوبة بسبب العلاقة العكسية العالية بين الأداء ونسب الدهون فى الجسم.

جدول رقم (٥٥)

مدى دهن الجسم النسبى فى رياضات مختلفة

الرياضة	النسبة المئوية للدهن النسبى	
	رجال	سيدات
جرى المسافات	٤ـ٨	٦ـ١٠
المصارعة	٤ـ٨	—
الجمباز	٦ـ١٠	٨ـ١٢
السباحة		
مسافات قصيرة	٦ـ١٠	٨ـ١٢
- مسافات طويلة	٨ـ١٢	١٠ـ١٤
كرة السلة	٨ـ١٢	١٢ـ١٦
كرة القاعدة ـ الكرة الناعمة	١٢ـ١٦	١٤ـ١٨
كرة القدم الأمريكية		
الظهير والهجوم	٥ـ١٠	
خط الظهر	١٠ـ١٦	
لاعبو الخط	١٢ـ٢٠	
التنس	١٢ـ١٦	١٥ـ٢٠
ألعاب القوى	١٥ـ٢٣	١٨ـ٣٥



وأخيرا. . ، يحاول بعض الرياضيين جاهدين خفض أوزانهم إلى أدنى وزن ممكن لكى يكسب ميزة على منافسه، وهذا أمر منتشر بشكل خاص فى الألعاب الوزنية مثل: الملاكمة والمصارعة. . ، هؤلاء الأفراد بعملهم هذا يتلفون Jeopard-ized صحتهم، فعن طريق أسلوب مشابه لاستخدام الرجيم القياسى crach diets كما سبق أن أشرنا يفقد هؤلاء الرياضيون كميات كبيرة من أوزانهم عن طريق الجفاف dehydration غالبا، ومن هذه الأساليب المستخدمة التدريب فى بدل من المطاط من أجل إخراج أكبر قدر من العرق، ويجلسون فى حمامات البخار ويمضغون المناشف ليفقدوا اللعاب(*) ويجعلون طعامهم وسوائلهم المكتسبة عند أدنى مستوى. . ، مثل هذا الفاقد القاسى من الماء يشمل الكلى Kidney وعمل الجهاز الدورى التنفسى Carduovascular عامة. . وهذا خطير جدا.

إن فقد ٢٪ إلى ٤٪ من الوزن نتيجة للجفاف يمكن أن يؤثر سلبا على الأداء الرياضى، كما يجب تحديد المستويات على أساس وزن جسم اللاعب الخالى من الدهون، ويجب أن يحتوى الجسم الكلى للاعب على ما لا يقل عن ٥٪ من الدهون. . ، وهذا يعنى أن ٩٥٪ من وزن جسم اللاعب الرياضى يجب أن يكون خاليا من الدهون.

وبمعرفة وزن الجسم الخالى من الدهون يجب ألا يكون وزن المنافسة Com-petiton weight أقل من الوزن التالى:

$$\text{الحد الأدنى لوزن المنافسة} = \frac{\text{وزن الجسم الخالى من الدهون}}{٠,٩٥}$$

وبالطبع كلما زاد الوزن الخالى من الشحم كلما زاد الحد الأدنى لوزن المنافسة.

(*) chew on towels to loss saliva.

الخلاصة

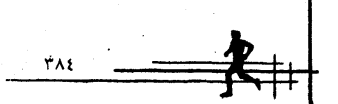
١ ـ أصبح واضحا بشكل متزايد أن بناء جسم الرياضى Body Build وتكوينه Body Composition يلعبان دورا هاما فى تقدير نجاحه الرياضى، وبناء الجسم يتعلق بالشكل Form والبناء Structure وتقدير كميته تبعا لنمط الجسم Somatotype.

٢ ـ فى تحديد نمط الجسم يعطى الجسم رتبة لكل مركبة من مركبات الجسم الثلاثة: وهى مركبة السمنة Endomorphy ومركبة العضلية Mesomorphy ومركبة النحافة Ectomorphy . . ، وهى تعكس السمنة Ediposity والعضلية Muscu- larity والنحافة Linearity على التوالى.

٣ ـ حجم الجسم Body Size يشير ببساطة إلى طول وكتلة الجسم أو وزنه، وتكوين الجسم Body Composition يشير إلى مكونات الفرد التى يتكون منها كتلة الجسم الكلية total body mass.

٤ ـ ما يهم اللاعب فى المقام الأول هو التمييز بين وزن الدهون fat weight ووزن الجسم الخالى من الدهون lean weight . . ، والأخير يشمل العضلات والعظام والجلد والأعضاء الأخرى.

٥ ـ تكوين الجسم Body Composition يمكن قياسه فى المعمل، كما يمكن قياسه وتقديره فى موقع اللعب، وأسلوب الوزن تحت الماء هو أحد أدق وأكثر الأساليب ثقة فى صحتها ويمكن استخدامه فى المعمل وخارج المعمل . . ، هذا الأسلوب يمدنا بتقدير حيز الجسم Body Volume، ثم تحسب بعد ذلك كثافة الجسم حسب النسب بين كتلة الجسم Body mass أو وزنه وحيز الجسم . . ، ومن كثافة الجسم يمكن الحصول على تقديرات دقيقة لوزن الجزء الخالى من الدهون وكذلك الدهون.



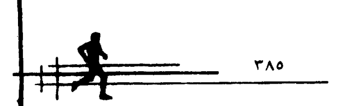
٦ - الأساليب الأنثروبوميترية Anthropometric تستخدم المحيطات Girths لأجزاء الجسم، وعروض العظام breadths of bones، وسمك طبقات دهن الجسم للحصول على تقديرات دقيقة نوعا لوزن الجزء الخالى من الدهون، كذلك الدهون بالنسبة للوزن الكلى للجسم.

٧ - التدريب البدنى له أثر متواضع على بناء جسم Body Build الرياضى، فنمط الجسم Somatotype يحدد مبكرا فى الحياة ويقرره التكوين الوراثى للفرد الرياضى.

٨ - تكوين الجسم Body Composition يمكن تغييره بشكل ملحوظ عن طريق التدريب البدنى، فالتدريب طويل المدى يسبب زيادة وزن الجسم الخالى من الدهون وينقص وزن الدهون فى الجسم..، وحجم هذه التغيرات يتوقف بشكل كبير على نوع التمرين type of exercise المستخدم فى برنامج التدريب، فتمرينات القوة Strength تسهل من اكتساب وزن الجسم الخالى من الدهون، وتمرينات التحمل Endurance تسهل من فقد وزن الدهون، ولغرض فقد الدهون فى الجسم يجب على اللاعب أن يجمع بين تدريب متوسط للتحمل moderate endurance مع خفض معتدل فى إجمالى السعرات المكتسبة من ٢٠٠ إلى ٥٠٠ كيلوكالوري فى اليوم.

٩ - إذا كان الهدف فقد رطل واحد من الوزن أسبوعيا، فهذا يمكن حدوثه ويفضل عن الأهداف الكبيرة لخفض الوزن التى تصل من ٣ إلى ٤ أرطال فاقد وزن أسبوعى.

١٠ - التمرين الذى يستغرق أكثر من ساعة من الزمن لا يزيد الشهية بشكل ملحوظ، وفى الحقيقة ربما يميل إلى تقليلها، وقد يرجع هذا إلى زيادة الهرمونات الهادمة Circulating catecholamines التى تصاحب التمرينات التى تصل لمستوى من المتوسط moderate إلى شديد heavy من الشدة.



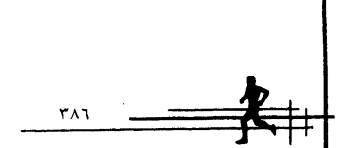
وهذه الهرمونـات الهدامة Catecholamines ربما يكون لهـا أثر فى حركـة الدهون فى الأنسجة الدهنية adipose tissue التى تفسر فـقد الدهون الذى يحدث عادة باستمرار التدريب.

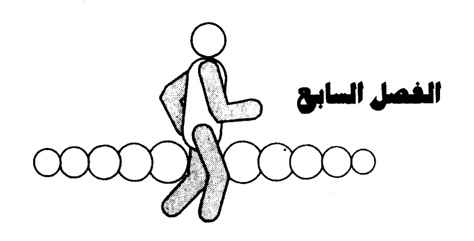
كما أن هرمون النمو Growth hormone ربما يلعب دورا هامـا أيضـا فى حركة الدهون mobilization of fat، وربما يكون مسئولا عن زيادة الأنسجة الخالية من الدهون باستمرار التمرين بسبب عملية البناء الخلوى.

١١ - تم نقد ما يتعلق بالخفض الموضعى للدهون فى عدد من الدراسات، فمن الواضح أن الجسم يحرك الدهون من مخازن الجسم عامة مستنفداً أولا المخازن الأكثر تركـيزا، وإزالة الدهون من مواقع منتقاة أو مـعزولة بتركيز التـدريب عليها بشدة لم يؤكد فى الأبحاث الحديثة وربما لايمكن تأكيده.

١٢ - بناء الجسم وتركيـبه هام جدا فى الرياضة، ولكل لعبـة نمط معين من الأجسام التى يـمكن أن تحقق النجاح. . ، وتعتـبر مركبة العـضلية Mesomorphy مطلبا سائدا فى مـعظم الألعاب الرياضية، فقليل من الرياضيـين تكون السيادة فى نمطه الجسمى لمركبة السمنة Endomorphy أو النحافة Ectomorphy.

وتكوين الجسم هام جدا عندما يتطلب نوع الرياضـة تحريك الجسم رأسيا أو أفقيا فى الفراغ. وأظهرت نتائج البـحوث وجود علاقة عكسية بين الأداء الرياضى ونسبـة الدهون فى الجسم. . ، ورغم تباين نسـبة الدهون المطلوبة فى الجسم وفـقا لنوع الرياضة، فإن خفض نسبة الدهون فى الجسم يتناسب عكسيًا - كما أوضحنا - مع كفاءة الأداء الحركى. . ، وهذه قاعدة وجد لها استثناءات قليلة جدا.





الإيقاع الحيوى



الإنسان لا يبقى دائما على حالة واحدة، فهو يتغير من سنة إلى أخرى، ومن شهر إلى آخر، ومن يوم إلى آخر، بل ومن ساعة إلى أخرى. . ، وهذا التغير فى حالة جسم الإنسان يظهر فى شكل إيقاعات حيوية متباينة.

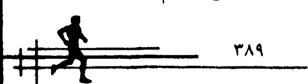
ويقصد بالإيقاع الحيوى التموجات التى تحدث فى مستوى حالة أجهزة الجسم المختلفة ما بين الارتفاع والانخفاض. . ، حيث لا يستطيع الجسم البشرى أن يظل يعمل بكامل طاقة أجهزته وبمستوى عالٍ من الكفاءة الفسيولوجية لفترات زمنية طويلة، حيث يتغير الحال ما بين الارتفاع والانخفاض فى جميع وظائف الجسم على مدار حياة الفرد، وهذه ظاهرة بيولوجية طبيعية تتفق فيها كافة الكائنات الحية.

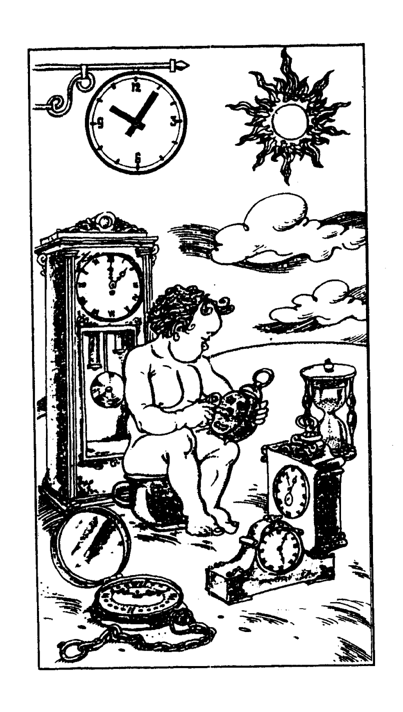
كما أن أجهزة الجسم المختلفة تتباين فى إيقاعاتها، فالقلب يتغير إيقاعه فى غضون عدة ثوان أو حتى أجزاء من الثانية، والتنفس يحتاج إلى عدة ثوان، فى حين أن إيقاع إفرازات المعدة والأمعاء الدقيقة تحتاج إلى عدة ساعات لتغيير إيقاعاتها، فى حين أن تغير إيقاعات النوم واليقظة يحتاج إلى عدة أيام.

ولا يقتصر الإيقاع الحيوى على مجرد تغيرات فى مستوى كفاءة أجهزة الجسم على مدار اليوم الكامل (٢٤ ساعة) فقط، بل يمتد ليشمل فترات زمنية قد تطول أو تقصر. . ، فهناك الإيقاع الحيوى الأسبوعى (على مدار الأسبوع) وهناك الإيقاع الحيوى الشهرى (على مدار الشهر) ولعل أكبر مثال على ذلك اختلاف كفاءة الجسم الفسيولوجية لدى الإناث البالغات ارتباطا بمراحل الدورة الشهرية (إيقاع حيوى شهرى). . ، كما قد يمتد الإيقاع الحيوى لمدة عام كامل.

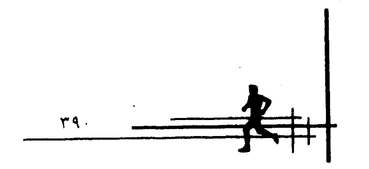
ولا يقتصر مفهوم الإيقاع الحيوى على مجرد التغيرات الحادثة فى الوظائف الفسيولوجية للفرد فقط، فهو يمتد أيضا ليشمل النواحى الانفعالية أو النفسية. . إذ يشمل الإيقاع الحيوى كافة تكوينات الإنسان البيولوجية والنفسية والاجتماعية.

وتشمل الإيقاعات الحيوية أكثر من ٤٠٠ وظيفة من وظائف الجسم، ويعتبر الإيقاع الحيوى لحرارة الجسم من الوظائف الهامة التى يهتم بدراستها العلماء،





شكل رقم (٨٦)
الإيقاع الحيوى يتكون منذ الطفولة
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان. ن. أ، ١٩٩١م)



حيث تكون فى أقل درجاتهـا انخفاضا فى الصباح، ثم ترتفع درجـة حرارة الجسم حتى تصل إلى أقصى درجة لها فى الساعة السادسة مساء.

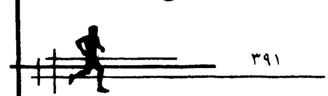
كما أن إيقاع عمل الكلى خلال فترة ٢٤ سـاعة يظهر أنها أكثر نشاطا خلال الساعات الأولى من اليوم (صباحا)، وكذلك الأمـر بالنسبة لإيقاع الغدد الصماء، غير أن إيقاع النوم واليقظة والعمل والراحة هـى الإيقاعات الرئيسية التى ترتبط بها كافة الإيقاعات الحيوية لأجهزة الجسم المختلفة.

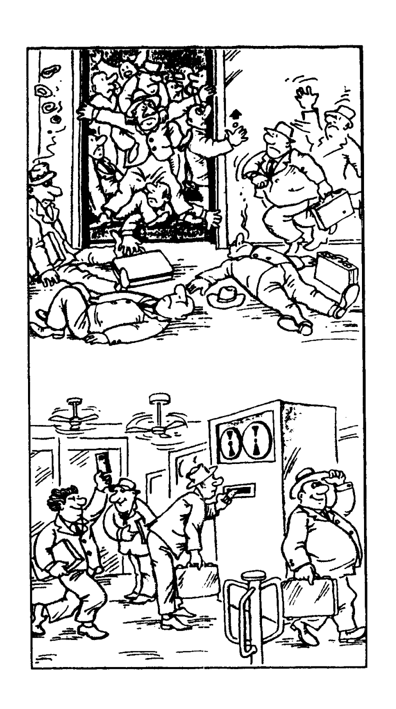
ويعتبر المرض من الوجهة الإيقاعية الحيوية هو اختلال فى الإيقاعات الحيوية لأجهـزة الجسم، فإذا وصلت درجـة حرارة الجسم إلى ٣٩ درجـة فإن ذلك يعنى الذهاب إلى الطبيب.

عام ٣٠٠ قـبل الميلاد أثبت عـالم يونانى من الإسكندرية أن معـدل النبض لدى الأشخاص الأصحاء يتغير خلال اليوم الواحد.

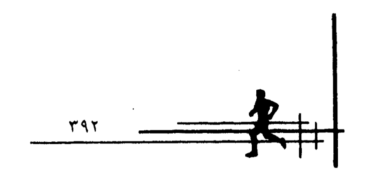
وفى باريس (فى منتصف القرن الماضى) طلب أحد العلماء من أحد الوسطاء تحت تأثير التنويم المغناطيسى أن يرسل له خطابا بعد ١٢٣ يوما، وبعد هذه الجلسة بفتـرة ٢٣ يوما سأل العـالم الوسيط عن عـدد الأيام الباقيـة على إرسال الخطاب فأجاب بسرعة دون تفكير أنه تبقى ١٠٠ يوم..، وعندما سأل العالم الوسيط هل قمـت بحساب عـدد الأيام؟ أجاب أن هـذا حدث بشكل عـام دون حسـاب عدد الأيام، أى أن الوسـيط تمكن من أن يشـعـر بعـدد الأيام دون أن يقوم بـحسـاب عددها، وكذلك عـدد الأسابيع والشهور، حيث يمكن أن يصل إحـساس الإنسان إلى إمكانية تحديد أجزاء الزمن القصيرة جدا كالدقيقة والثانية بمعدل عال من الدقة. (وهذه الخاصيـة تستخدم فى تـدريبات السرعة والإحسـاس بالسرعة فى السـباحة والجرى).

إن حالة الجسم البشرى وجميع أعضائه حـتى مستوى الخلية الواحدة تتعرض لتغيرات مستمرة طوال الوقت، وتتكرر هذه الـتغيرات مع مختلف المراحل البينية، فالخلية العصبية ترسل إشاراتها العصبية على مسار الليفة العصبية فى شكل دفعات من النبضات الكهربية ما بين الانقباض والانبساط طوال الحياة..، كما يتغير ضغط الدم على جدار الشـرايين ما بين الضغط الانقـباضى حين يرتفع ومـا بين الضغط





شكل رقم (٨٧)
الإيقاع الحيوى ومتطلبات الحياة اليومية
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان. أ، ١٩٩١م)

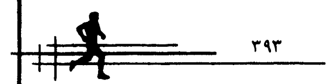


الانبساطى عندما ينخفض، وكذلك ترتفع وتنخفض درجة حرارة الجسم، بل وحالة الجسم كله ما بين النشاط والتعب ما بين العمل والراحة وما بين اليقظة والنوم. .، ويظهر أيضا ما يسمى بالساعة البيولوجية، انظر الشكل رقم (٨٨).
ولا تقتصر هذه التغيرات الزمنية على الإنسان وحده، بل يمكن ملاحظتها فى كل الكائنات الحية حيث تظهر فى النباتات والحيوانات بأشكال مختلفة.

اهتم العلماء فى دول كثيرة بمحاولة إيجاد وسائل الوقاية والعلاج لحالات الخلل فى الإيقاع الحيوى، فظهر ما يسمى بعلم الإيقاع الحيوى وأطلق عليه بيورتمولوجى Biorhtmology)، ثم أصبح يسمى علم الكرونوبيولوجى، وكلمة (كرونو Chrono) تعنى باللغة اللاتينية زمن، كما ظهر مصطلح (كرونومديكال Cronomedical) أى الزمن الطبى، وهو يعنى بدراسة استخدام الإيقاع الحيوى فى المجال الطبى.

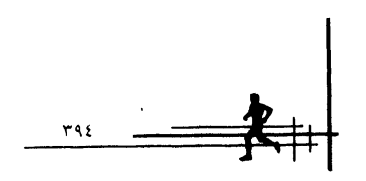
كما ازداد الاهتمام بموضوع الإيقاع الحيوى نتيجة التقدم التقنى الهائل الذى يعيشه الإنسان حاليا، حيث يرتبط الإيقاع الحركى بتطور إيقاع الحياة المعاصرة والتطور الهائل الذى حدث فى تكنولوجيا المواصلات والاتصالات وأمور الحياة والعمل، لقد أصبح إيقاع الإنسان أكثر سرعة مما أدى إلى زيادة الجهد البشرى وقصر فترات الراحة وعدم الاستقرار والانتقال السريع ما بين الهدوء والضوضاء فى سباق الإنسان لتوفير عائد مادى أكبر. . لكل هذا أصبح الإيقاع الحيوى أمرا حيويا للإنسان. .، إذ يجب دراسته وتفهمه لتحقيق الاتزان الأفضل للإنسان فى هذا العصر الذى يتميز بسرعة التغير.

لما سبق أنشئت فى معظم الدول مراكز بحوث ومعامل تختص بدارسة ظاهرة الإيقاع الحيوى للإنسان، ونشرت مجلات علمية متخصصة وأقيمت مؤتمرات علمية وندوات حول موضوع الإيقاعات الحيوية للإنسان، لدرجة أن ما نشره العلماء السوفيت (سابقا) وحدهم فى هذا المجال حتى عام ١٩٩١ ما يقرب من ٥٠ ألف مقال علمى متخصص. كما ظهرت فى السنوات الأخيرة كثير من المراجع العلمية المتخصصة فى الإيقاع الحيوى للجسم، كل منها يهتم بجانب معين لا





شكل رقم (٨٨)
محل لإصلاح الساعات البيولوجية
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



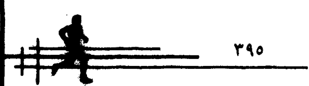
يتكرر من جوانب موضوع الإيقاع الحيوى، وهذا يرجع إلى سرعة نمو وتطور الدراسات العلمية فى مجال الإيقاع الحيوى.

وفى مجال الدراسات العلمية فقد بدأ الاهتمام بدراسة ظاهرة الإيقاع الحيوى منذ حوالى أكثر من ٢٥٠ سنة ماضية، ولم يقل الاهتمام حتى الآن. . ، ففى خلال العشرين سنة الماضية نوقشت مشاكل الإيقاع الحيوى فى أكثر من ٣٣ مؤتمرا دوليا فى معظم دول العالم منها أمريكا والاتحاد السوفيتى (سابقا) وإنجلترا وفرنسا وبولندا وألمانيا. . إلخ. . ، ولقد تطور علم الإيقاع الحيوى بفضل تلك الدراسات المكثفة التى أجريت فى هذا المجال والتى أكدت أهمية هذا المجال نظرا لأربعة اعتبارات هامة هى:

(١) زيادة حدود اليوم الواحد. . ، وذلك نتيجة التطويل الاجتماعى المتمثل فى السهر لفترات متأخرة من اليوم لمشاهدة التلفزيون وسماع الراديو وحضور حفلات الموسيقا وغيرها من السهرات الفنية. كل ذلك أدى إلى التأثير على طبيعة الإيقاع الحيوى على مدار اليوم الواحد، وجعل هناك حاجة إلى النوم نهارا لفترات زمنية تهبط فيها كفاءة الجسم لإعطاء فرصة للنشاط لمدى أطول يمتد إلى فترات متأخرة من اليوم. وهذا فى حد ذاته أصبح يمثل تحديا للإيقاع الطبيعى لليقظة والاستيقاظ الذى تعود عليه الإنسان. . ، لقد أدى انتشار المدنية إلى إحداث بعض التغيرات الجوهرية على الإيقاع الحيوى الطبيعى.

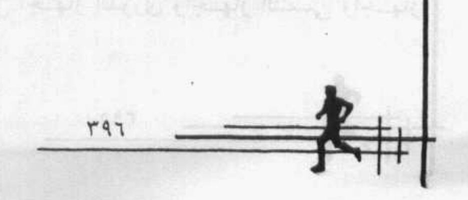
(٢) تميزت ظروف الحياة العصرية بزيادة فترات العمل سواء نهارًا أو ليلاً (عمال المناجم مثلا. . انظر الشكل رقم ٨٩). ، وأصبح على الإنسان أن يسعى فى سبيل الحصول على الرزق بصرف النظر إن كان هذا يتطلب منه العمل فى أول اليوم أو منتصفه أو آخره ولأوقات طويلة. . ، وقد أدى ذلك إلى قلة فترات الراحة والاسترخاء، وزاد من فترات التوتر والاجهاد. ولهذا أيضا تأثيرات جوهرية على طبيعة الإيقاع الحيوى.

(٣) التأثيرات البيئية السلبية على الإيقاع الحركى اليومى، والتى كان من أبرز علاماتها زيادة نسبة إصابات أمراض الجهاز الدورى والجهاز التنفسى والجهاز العصبى.





شكل رقم (٨٩)
الإيقاع الحيوى وتغيير ورديات عمال المناجم
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



(٤) زيادة أعباء اليوم المدرسى، وزيادة متطلبات التحصيل الدراسى التى أصبحت تستغرق فترة طويلة على مدار اليوم الكامل.

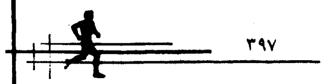
المبادئ الأساسية لتنظيم الإيقاع الحيوى للرياضى

من المعروف أن الإيقاع الحيوى يلعب دورا هاما فى التأثير على كفاءة أجهزة الجسم..، وحتى ينتظم الإيقاع الحيوى يلزم اتباع بعض المبادئ الأساسية وخاصة بالنسبة لإيقاع النوم واليقظة. وتتلخص هذه المبادئ الأساسية فيما يلى:

١ - اتباع نظام ثابت لتوقيتات أنشطة اليوم الواحد..، ويعنى هذ المبدأ أن يلتزم الفرد الرياضى بتوقيتات محدودة لكافة أنشطة حياته اليومية مثل النوم فى توقيت معين والاستيقاظ فى توقيت معين، وكذلك تحديد مواعيد ثابتة للغذاء وللراحة وللتدريب.

٢ - عدم تغير نظام العمل والراحة والنوم واليقظة..، حيث يؤدى أى تغيير لنظام العمل والراحة والنوم واليقظة إلى حدوث خلل فى الإيقاع الحيوى، فإذا ما تعود الرياضى على النوم فى موعد معين ثم حاول النوم مبكرا استعدادا للمشاركة فى بطولة فى اليوم التالى فإن ذلك سوف يؤثر عكسيا ويؤدى إلى اختلال إيقاع النوم واليقظة، وقد يؤدى إلى حدوث حالة الأرق لدى الرياضى، وكذلك الحال إذا ما تأخر الرياضى عن مواعيد التدريب وتغييرها، كل هذه التغيرات تؤثر تأثيرا مباشرا على حالة الإيقاع الحيوى، وكلما التزم الرياضى بمواعيد ثابتة ومحدودة للتدريب والراحة وللنوم واليقظة فإن لذلك تأثيره الإيجابى على نشاط وحيوية الرياضى والاستفادة الكاملة من فترات اليوم سواء فى حالة الراحة أو العمل أو النوم أو اليقظة.

٣ - عدم تغير السلوك المعتاد قبل النوم..، إذا ما تعود الرياضى على بعض العادات قبل النوم فعليه الالتزام بها..، ومن هذه العادات المشى قليلا قبل النوم، أو أخذ حمام دافئ قبل النوم، أو العشاء المبكر قبل النوم.. إلخ، حيث إن تغير مثل هذه العادات أو السلوكيات التى تعود عليها الشخص قبل النوم يمكن أن يؤثر على الإيقاع الحيوى للنوم واليقظة ويصيب الرياضى بالأرق.



والجدير بالذكر أن الإمكانات الحركية للأشخاص تتغير ما بين الارتفاع والانخفاض على مدى الأربع والعشرين ساعة، ويرتبط هذا التغير بالإيقاع الحيوى، فنلاحظ مثلا خلال الساعات الأولى من اليوم انخفاض كفاءة اللاعبين.

ويلعب التدريب دورا هاما فى التغيرات الوقتية للكفاءة، حيث تزداد درجة كفاءة فترة التدريب وتقل فى فترة الغذاء.

ويؤدى تغير نظام التدريب الرياضى فى البداية إلى بعض الاختلال لبضعة أيام، ثم يتم التكيف مع النظام الجديد للتدريب بعد ذلك، وقد يتطلب الأمر فترة زمنية تصل إلى ثلاثة أسابيع تقريبا. ويمكن تقليل هذه الفترة إلى أسبوعين بزيادة الحمل من حيث الشدة والحجم.

وتتغير كفاءة الرياضيين من شهر إلى آخر، ومن موسم إلى آخر، أى أنها ذات إيقاع لفترات طويلة، وتطبيقا لذلك يجب أن يراعى المدرب أن تكون مواعيد التدريب خلال اليوم متناسبة مع نفس مواعيد إقامة المنافسات.

متجهات عامة فى الإيقاع الحيوى

*** خصائص الإيقاع الحيوى:**

تعادل فترة الإيقاع الحيوى اليومى فترة دوران الأرض حول محورها تقريبا، وتمر بالدورة اليومية للإيقاع الحيوى جميع أجسام الكائنات الحية وتعتبر من خصائصها الوراثية، وتختلف مستويات الإيقاع الحيوى لأجسام الكائنات الحية ذات الخلايا المتعددة (بحيث تكون على مستوى الخلية والعضو والجسم ككل)، ويمكن أن تتغير فترات الإيقاع الحيوى فى حالة تغير العوامل الخارجية، ويرتبط إيقاع خلايا وأعضاء وأجهزة الجسم بإيقاع مراكزها العصبية بالمخ، ويعتبر إيقاع النوم واليقظة هو الإيقاع الرئيسى الذى يمثل مفتاحا لجميع إيقاعات وأجهزة الجسم المختلفة.

*** عوامل تشكيل الإيقاع الحيوى:**

يحتل نظام العمل والراحة للإنسان الأهمية الأولى، حيث يمكن تغيير هذا النظام إراديا عن طريق الورديات الليلية مثلا، أو تبعا لتغير فترة الإظلام والإضاءة

فى حالة الانتقال من دولة إلى أخرى يختلف فيها الزمن مثل الانتقال من القاهرة إلى أمريكا مثلا . . ، ويؤدى تغير إيقاع العمل فى البداية إلى هبوط مؤقت للكفاءة، وقد يظهر أحيانا الشعور بالتوعك الصحى وذلك نتيجة لاختلال توافق عمل أعضاء وأجهزة الجسم المختلفة.

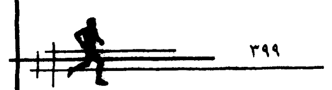
وعادة ما يحتاج الإنسان لفترة زمنية معينة يتم فيها إعادة التوافق لعمل أعضاء وأجهزة الجسم المختلفة لتعمل معا، وذلك فى حالة تغيير الإيقاع السريع كالسفر من الشرق إلى الغرب مثلا، وتختلف الفترة الزمنية اللازمة لإعادة توافق الإيقاع الحيوى، حيث يحتاج إيقاع النوم واليقظة من يومين إلى تسعة أيام. ويتكيف الأشخاص المدربون على العمل فى ساعات مختلفة على ظروف تغيير الإيقاع الحيوى بصورة سريعة.

*** الإيقاع الحيوى والفروق الفردية:**

يختلف الأفراد فيما بينهم بالنسبة للإيقاع الحيوى اليومى، فمنهم من يكون أكثر نشاطا خلال ساعات النهار ولكنه فى ساعات الليل يكون أقل نشاطا ويخلد إلى النوم مبكرا وكذلك يستيقظ مبكرا، وهناك مجموعة أخرى من الأفراد على العكس من ذلك حيث يتميزون بزيادة النشاط الحيوى ليلا، ويكونون أقل نشاطا خلال ساعات النهار، كما أن هناك مجموعة أخرى من الأفراد الذين يتميزون بارتفاع غير منتظم، حيث ينشطون خلال ساعات معينة من اليوم وينخفض نشاطهم خلال ساعات أخرى. وهناك عدة اختبارات لتحديد نمط الشخص من حيث هل هو نمط ينشط نهارا أم ينشط ليلاً أم متنوع النشاط خلال اليوم الواحد.

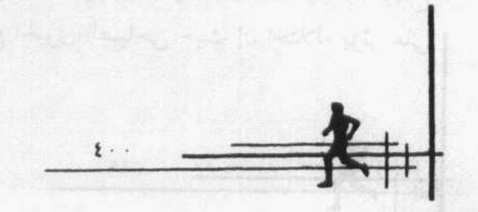
*** الإيقاع الحيوى ومتوسط العمر:**

اتضح أن الأفراد الذين يعيشون فى الجبال والبيئات الطبيعية بعيدا عن صخب المدن يمتازون بزيادة متوسط العمر، ولعل ذلك يرجع إلى انتظام الساعات البيولوجية لديهم من حيث انتظام مواعيد النوم والاستيقاظ والغذاء وثبات الإيقاع الحيوى للحياة وبصفة خاصة الإيقاع الحيوى الصباحى حيث إن اختلاله يؤثر على كثير من وظائف الجسم الحيوية.





شكل رقم (٩٠)
بائع متجول للإيقاع الحيوى لجميع الأعمار
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



وتبدأ الساعة البيولوجية للإنسان فى البطء لدى السيدات فى عمر ٣٥ سنة، حيث تقل كتلة النسيج العظمى ١٪ كل سنة، وتتأخر هذه العمليات لدى الرجال بعد عمر ٥٥ سنة وتبلغ نسبة الفاقد حتى عمر ٧٠ سنة من ١٠ - ١٥٪، ولذلك يصعب فى الأعمار الكبيرة علاج الإصابات حيث يكون هناك بطء فى سرعة الشفاء، ومثال على ذلك فإن الجراح تشفى لدى من هم فى عمر ٢٠ سنة بسرعة مضاعفة مرتين مقارنة عن من هم فى عمر ٤٠ سنة، وبالنسبة للطفل فى عمر خمس سنوات فإن الجراح تشفى أسرع خمس مرات مقارنة عن من هم فى عمر ٦٠ سنة.

*** بدء الإيقاع الحيوى:**

يبدأ الإيقاع الحيوى فى التكوين من قبل ميلاد الطفل، ويعتبر الإيقاع الحيوى للأم هو المصدر الرئيسى للإيقاع الحيوى للطفل، ولذلك فإن مستقبل الإيقاعات الحيوية للطفل يتوقف على تلك الإيقاعات التى تتشكل خلال فترة وجوده فى بطن الأم، وبعد ٢٤ أسبوعا يجب أن يتمكن الطفل من تمييز صوت الأم والأب وغيره من الأصوات الأخرى.

*** إيقاع القياس الحيوى:**

والجدير بالذكر أنه يمكن دراسة الإيقاع الحيوى لدرجة حرارة الجسم ومعدل القلب وضغط الدم خلال ٢٤ ساعة، بحيث يتم قياس وتسجيل هذه المؤشرات مرة كل ٣ ساعات على الأقل، مع مراعاة أن هناك فترة نوم حوالى ٦ ساعات حيث يتم القياس بعد الاستيقاظ مباشرة، ويمكن أن تستمر هذه العملية ٧ أيام على الأقل أو ما يقرب من الشهر، على ألا تقل فترة القياس والمتابعة عن ٣ أيام.

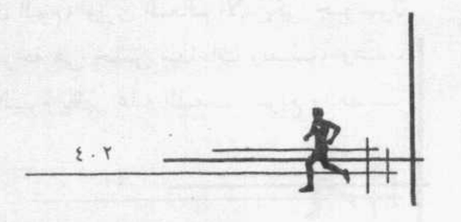
*** إيقاع النوم:**

يشير كثير من العلماء فى مختلف الدول إلى أن معظم الناس يحتاجون إلى فترة نوم حوالى ٧ - ٨ ساعات خلال اليوم، ويرى العالم الأمريكى جونسون والعالم مك كلود أن ساعات النوم الحرجة هى خمس ساعات ونصف، وعندما ينام الإنسان أربع ساعات فقط خلال اليوم يظهر عليه التعب السريع والعصبية





شكل رقم (٩١)
إغفال الإيقاع الحيوى قد يؤدى إلى كارثة
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



وضعف القدرة على التركيز . . ، وعادة نادرا ما نشاهد أفرادا ينامون أقل من خمس ساعات خلال اليوم.

تصنيف الإيقاع الحيوى وفقا للزمن

١ ـ الإيقاع الحيوى اليومى:

تختلف الكفاءة البدنية للإنسان على مدار اليوم الواحد، فهى عادة ما تكون مرتفعة خلال الفترة من الساعة العاشرة صباحا حتى الساعة الثانية عشرة ظهراً، ومن الساعة الرابعة حتى السادسة مساءً، وتهبط الكفاءة البدنية فى فترة الظهيرة من الساعة ١٢ ظهراً حتى الساعة الثانية بعد الظهر، وكذلك تهبط فى المساء.

والجدير بالذكر أن هذا الإيقاع لا ينطبق على جميع الأفراد، فليس كل الناس من طراز واحد. . ، غير أنه من الأفضل أن يكون الفرد أكثر نشاطا خلال النصف الأول من اليوم. غير أن الواقع يشير إلى وجود أشخاص أكثر نشاطا صباحاً وآخرون عكس ذلك فهم أكثر نشاطا مساءً.

فى دراسة أجراها العالم الألمانى كافين Kaven على عينة قوامها ٤٠٠ فرد تبين له أن ٥٢٪ من أفراد العينة يمكن تصنيفهم بوضوح إلى نوعين من الأنماط أحدهما نهارى والآخر ليلى. . حيث وجد:

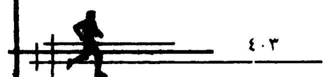
ـ ٣٥٪ نمط ليلى.

ـ ١٧٪ نمط نهارى.

كما لاحظ ارتباط النمط الإيقاعى الحيوى بطبيعة العمل الذى يقوم به الفرد، حيث وجد أن معظم أصحاب النمط النهارى من العمال، فى حين كان معظم أصحاب النمط الليلى من أصحاب الأعمال الذهنية. هذا وقد لوحظت نفس الظاهرة لدى بعض الحيوانات فمنها من ينشط ليلا ومنها من ينشط نهاراً.

وعن صفات الأنماط الحيوية خلال اليوم يمكن تقديم التالى:

أ ـ النمط الليلى: الأفراد أصحاب النمط الليلى أكثر بطئا وهم الأضعف فى الاستجابة للاستثارة، ويتميزون بالهدوء بطبيعتهم، وترتفع درجة الحرارة لدى



هؤلاء الأفراد تدريجيا فى حالة المرض، كما أن شفاءهم من المرض يأخذ وقتا طويلا.

ب ـ النمط النهارى: الأفراد أصحاب النمط النهارى يتميزون بسرعة وقوة التكيف مع الظروف الخارجية، وهم دائما يكتشفون الأفكار الجديدة، ومحبون للعمل وبذل الجهد، وهم يواجهون الحالات المرضية بسرعة وقوة، وسرعان ما ترتفع درجة حرارتهم ثم تنخفض بشكل سريع أيضا، كما أنهم يستجيبون بصورة سريعة لكل المثيرات، ولديهم سرعة استشفاء عالية، ويمكن تحقيق أقصى إنتاجية لهم صباحاً، وهم أكثر حساسية للتغيرات الجوية، وأكثر عرضة للإصابة بأمراض الجهاز الدورى والروماتزم.

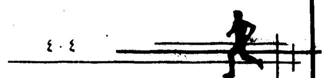
جـ ـ النمط المتباين: هناك مجموعة أخرى من الأفراد ليس لديهم نمط معين للإيقاع الحيوى، وهم يتميزون بزيادة الموجات النشطة على مدار اليوم دون التقيد بالإيقاع الصباحى والمسائى.

ثانياً ـ الإيقاع الحيوى الأسبوعى:

هناك قواعد ثابتة تؤكد على طبيعة ونظرية الإيقاعات الحيوية الدورية.. حيث:

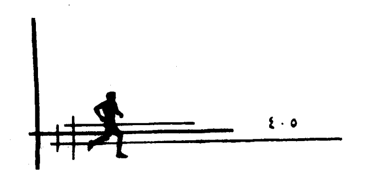
- الإيقاع الحيوى السنوى ويرتبط بدوران الأرض دورة واحدة حول الشمس.
- الإيقاع الحيوى اليومى حيث يرتبط بدوران الأرض حول محورها دورة واحدة كل يوم.
- الإيقاع الحيوى الشهرى حيث يرتبط بدوران القمر حول الأرض دورة واحدة كل يوم.

أما بالنسبة للإيقاع الحيوى الأسبوعى **فهو يمثل $\frac{١}{٤}$ من دورة القمر حول** الأرض، أو $\frac{١}{٤}$ الشهر القمرى، وقد ربط العلماء والفلاسفة والشعراء منذ العصور القديمة بين مراحل الدورة القمرية حول الأرض وكثير من الظواهر البيولوجية التى تحدث على الأرض.





شكل رقم (٩٢)
الإيقاع الحيوى واختلاف التوقيت الزمنى عند السفر
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



غير أن الأسبوع هو وحدة زمنية صناعية وليست نظرية أو طبيعية مثل اليوم أو الشهر أو السنة، غير أن عدد أيام الأسبوع باعتبارها تقسيما زمنيا من وضع الإنسان اختلفت ما بين ٣، ٤، ٥، ٦ أيام أو أكثر من ذلك، إلا أن الأسبوع المكون من سبعة أيام يعتبر هو التقسيم الزمنى الأنسب للإيقاعات الحيوية، ولذلك انتشر استخدامه فى العالم كله.

ولعل العدد «٧» يرتبط بظاهرة تسمى «ظاهرة ٧»، وهذه الظاهرة تتلخص فى:

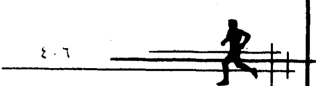
- إذا سئل أى فرد عمره فوق تسع سنوات لاختيار رقم معين ما بين صفر إلى ٩ فإن الغالبية سيختار رقم ٧.
- يرتبط الرقم ٧ بكثير من الأساطير منذ القدم.
- ذاكرة الإنسان يمكنها استيعاب وتسجيل سبع كلمات أو سبعة أشياء بسهولة أكثر.
- يرتبط الرقم «٧» بكثير من الكلمات الشائعة مثل: سبع سماوات، سبع بحار، سبع دول، سبع أمم وغيرها.

لقد أصبحت حياة الإنسان ترتبط بالدورة الأسبوعية، ويمكن أن يرتبط الايقاع الحيوى للإنسان بالدورة الأسبوعية (٧ أيام) كنوع من التعود.

للرقم «٧» فى القرآن والسنة دلالات كبيرة تحكى ما لهذا الرقم من فضل وإجلال وإكرام..

عن ابن عباس رضى الله عنهما عن النبى ﷺ قال: من عاد مريضا لم يحضره أجله فقال عنده سبع مرات: أسأل الله العظيم رب العرش العظيم أن يشفيك، إلا عافاه الله من ذلك المرض، رواه أبو داود والترمذى وقال الحاكم: حديث صحيح.

وعن أبى هريرة رضى الله عنه أن النبى ﷺ قال: «سبعة يظلهم الله فى ظله يوم لا ظل إلا ظله: إمام عادل وشاب نشأ فى عبادة الله عز وجل ورجل قلبه معلق بالمساجد ورجلان تحابا فى الله اجتمعا عليه وتفرقا عليه ورجل دعته امرأة ذات حسن وجمال فقال: إنى أخاف الله، ورجل تصدق بصدقة فأخفاها



حتى لا تعلم شـمـاله ما تنفق يمـينه ورجل ذكر الله خاليـا ففاضت عيناه». مـتفق عليه.

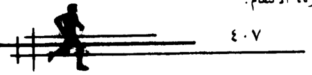
وعدد أبناء رسول الله ﷺ.. ذكورًا وإناثًا سبعـة: القاسم وعبد الله وفاطمة وأم كلثوم وزينب ورقية.. وهم من خديجة رضى الله عنها.. أما إبراهيم فهو من مارية القـبطية. والجنين فى بطن أمه لا يكتـمل إلا فى الشهر السابع.. وفـقرات الرقبة فى الإنسان وكذا فى بعض الحيوانات سبع فقرات.. والسلم الموسيقى يتألف من سبع نغـمات.. والرقم «٧» لا يقبل القسـمة وليس له جذر تربيـعى ولا يقبل التحليل الحسابى.. وقارات العالم سبع.. آسيـا وأفريقيا وأوربا وأستراليا وأمريكا الشمـالية وأمريكا الجنوبيـة والقارة المفقودة.. وعـجائب الدنيا سـبع.. منها اثنان بمصر.. الهـرم الأكبر.. ومنارة الإسكندرية.. والمعلقـات سبع.. وألوان الطيف سبعة: الأحمر والبرتقالى والأزرق والأخضر والنيلى والبنفسجى والأصفر..

وقد ورد فى تفسير القرآن العظيم لابن كثـير: أن الكواكب السيارة سبعة.. يكسف بعضهـا بعضا.. فأدناها القمـر فى السماء الدنيا وهو يكسف مـا فوقه.. وعطارد فى الثـانيـة.. والزهرة فى الثـالثـة والشـمس فى الرابعـة.. والمريخ فى الخامسة.. والمشترى فى السادسة.. وزحل فى السابعة، وقد كان للكواكب السبعة السيـارة تأثيرها الـغلاب فى معـتقـدات الكلدانيين وهم الصـابئة القـدامى، وكان الصابئة الكلدانيون أول من جعلوا حساب الأسبوع سبعة أيام مطابقة لعدد الكواكب السبعة.

ومن الأدب: رحلة السندباد السـبعـة، والأمـيرة النائمـة والأقزام السـبعـة. والخطايا فى الإنجيل سبعة(*).

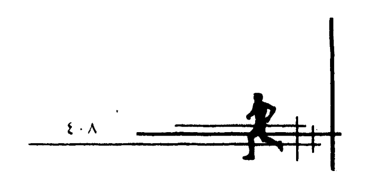
وبمتابعة الإيقـاع الحيوى لدى العمال لوحظ أن مسـتوى الكفاءة فى أول يوم بعد الراحـة يكون منخفـضاً (يوم الاثنين) ثم يرتفع تدريجـيًا خـلال الأيام الثلاثة التالية (الثلاثاء، والأربعاء، والخميس) ثم ينخفض خـلال اليومين التاليين (الجمعة والسبت)..، والجدير بالذكـر أن هذه الظاهرة مطابقة تقريبا لما يحـدث فى مجال التـدريب الرياضى، حيث لا تكـون أفضل القـياسـات فى أول يوم بعد الأجـازة الأسبوعية، ولكن هذه القياسات تتحـسن نتائجها تدريجيًا خلال الأيام التالية، ثم

(*) الشراهة، الجشع، الكسل، الغريزة، الكبرياء، الغيرة، الانتقام.





شكل رقم (٩٣)
الإيقاع الحيوى والظاهرة «٧»
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



تنخفض بعـد ذلك نتيجة لتـراكم التعب على نهاية الأسـبوع. . ، وفى أوربا يطلق عادة على يوم الاثنين «اليوم الثقيل» باعتبـاره أول أيام الأسبوع، وبطبيعة الحال فإن أيام الأسبوع فى البيئـة العربية تختلف نظرا لأن يوم الراحة الأسبوعـية هو الجمعة ويبدأ الأسبوع عادة يوم السبت.

فى دراسة أجراها العـالم الروسى باكوفلوفتش اهتم بتسـجيل ظروف الحالة المزاجيـة للشخص على مـدار ١٨ سنة بصفة يـومية، وعند تحليله للأيـام المسجلة توصل إلى استنتاج أن الإيقاع الحيوى يتم خلال دورات تتكون من ٧ ـ ١٤ ـ ٢١ ـ ٢٨ ـ ٣٠ ـ ٤٢ ـ ٤٧ يوما. . نشر ذلك فى كـتاب لهذا العالم صـدر منذ خمسين سنة.

والجدير بالذكر أن كثيرا من الدول جعلت أسـبوع العمل خمسة أيام ويومين للراحة، مع زيادة طول يوم العمل الواحـد، ونتج عن ذلك زيادة الإنتاج عكس ما كان يتوقع البـعض، غير أن تجربة ذلك فى المجال الدراسى لم تأت بنتـائج إيجابية وخاصة من الناحية الصحية.

ثالثا ـ الإيقاع الحيوى الشهرى:

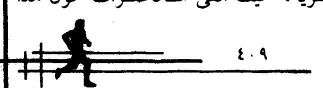
على عكس الدورة الأسبوعـية فإن الدورة الشهرية للإيقاعـات الحيوية ترتبط بالإيقاعات الطبيعية للحياة، حيث يدور القمر حول الأرض خلال شهر قمرى.

وتعتـبر الدورة الشهرية لـدى الإناث البالغات من أكثـر المظاهر البيولوجـية ارتباطا بالدورة الشهرية للإيقاعات الحيوية.

وتعتبر نظرية الدورات الحـيوية أكثر التصاقا بالإيقاع الحـيوى، حيث تفترض هذه النظرية أن الإنسان خلال حـياته يمر بثلاث دورات إيقاعيـه حيوية تتكرر على مدى الحياة منذ يوم الميلاد حيث:

- الدورة البدنية لمدة ٢٣ يوما. . ،
- والدورة الانفعالية أو النفسية لمدة ٢٨ يوما. .
- والدورة الذهنية لمدة ٣٣ يوما.

ويعتبر العالم السويسرى جورج تومسين الذى هاجر إلى أمريكا عام ١٩٢٢م أحد العلمـاء البارزين المؤيدين لهـذه النظرية، حيث ألقى مـحاضـرات حول هذا



الموضوع ونشر كتابا وزع منه مليونان من النسخ. وانتشرت هذه النظرية وأصبح يلجأ إليها الفنانون ورجال الحكومة ورجال الفضاء لتحديد الأيام الجيدة والأيام السيئة سعيا لتنظيم حياتهم وفقا للإيقاع الحيوى.

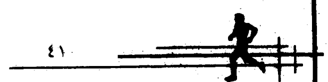
غير أن هذه النظرية لم تؤكد نفسها علميا بالرغم من استخدام الكمبيوتر لحساب الدورات الإيقاعية الحيوية.

لم تستطع هذه النظرية الصمود لعدم وجود دلالات علمية تؤكدها، كما أن الإنسان لا يمكن أن يقارن بالساعة من الوجهة الميكانيكية..، حيث إن الإنسان يمثل وحدة واحدة لايجب فصل أجزائها البدنية والنفسية والذهنية والتعامل مع كل جانب من هذه الجوانب على حدة. فمن الصعب أن يؤدى الإنسان أداءً جيدا من الناحية البدنية إذا كان يعانى من خلل ما فى الجانب النفسى أو الجانب الذهنى، وبنفس الطريقة يصعب تنفيذ عمل ذهنى إذا ما كان الجانب البدنى أو الجانب النفسى فى حالة غير طيبة.

أجريت عدة دراسات علمية حول تحديد فكرة الأيام الطيبة والأيام السيئة، وجاءت النتائج تؤكد عدم وجود ارتباط بين حالة الفرد والدورات الثلاثة التى تحسب تبعا لتاريخ الميلاد، ففى دراسة على الطيارين أجريت على عينة قوامها ٤٠٠٨ طيارا أمريكيا ثبت عدم حدوث أى ارتباط بين نظرية الأيام السيئة والأيام الطيبة مع متاعب ورحلات الطيران، كما قام أحد علماء النفس الأستراليين منذ أكثر من عشر سنوات بدراسة على ٤٨٩٤ حالة وفاة ولم يستدل على ما يثبت انطباق هذه الحالات مع فكرة الأيام السيئة والأيام الطيبة.

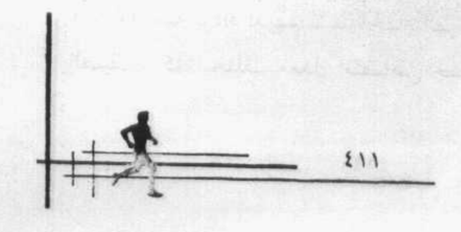
رابعا ـ الإيقاع الحيوى السنوى:

تختلف حالة الإنسان خلال السنة الواحدة ما بين الارتفاع والانخفاض فى شكل إيقاع حيوى ذى موجات كبيرة، فمثلا أظهرت نتائج بعض الدراسات أن بعض الأشخاص يصابون بالأمراض الخبيثة خلال فصل الربيع أكثر من باقى فصول السنة، وبناء على دراسات العالم الفرنسى الين رينبرج ظهر أن فصل الخريف يعتبر أفضل فصول السنة للإنسان حيث يصل الرجال إلى أقصى مستوى للنشاط الجنسى خلال هذا الفصل، وفى نفس الفصل (الخريف) يظهر لدى البنات الطمث.





شكل رقم (٩٤)
الإيقاع الحيوى
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



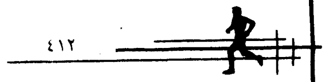
ويذكرنا الإيقاع الحيوى السنوى للإنسان بالإيقاع الحيوى السنوى للحيوانات، ولوحظ أن شعر الذقن لا ينمو بمعدل واحد خلال العام حيث إن أقصى معدل لنموه يكون فى بداية الشتاء، كما أن معدل إنتاج الإنسان يتغير بتغير فصول السنة، فهناك من الناس من ينتج أكثر فى فصل معين من فصول السنة وهو فى ذلك يختلف عن غيره، كما أن قابلية الإنسان للغذاء تزداد فى فصول معينة عن غيرها حيث لا تكون الشهية للطعام بنفس المعدل طوال السنة.

ويتأثر الإيقاع الحيوى لدى الإنسان بتغير فصول السنة، حيث ترتفع الاستثارة العضلية لدى البالغين والأطفال فى الربيع وبداية الصيف، بينما تنخفض بشكل واضح فى الشتاء. كما أن قدرة العين على التكيف مع الظلام تكون فى معدلاتها فى الربيع وبداية الصيف فى حين تنخفض هذه المعدلات فى الخريف والشتاء.

ومن المعروف أن معدل نمو الأطفال خلال الصيف يكون أسرع، وإن نمو العظام يزيد فى الربيع بينما يقل فى الخريف. فمثلا فى شهر مايو ينمو معظم الأطفال بمعدل ٧,٤ مم فى المتوسط، بينما فى شهر نوفمبر يكون متوسط النمو ٣,٣ مم فقط.

كما أن معدل نمو الأطفال يكون أسرع فى الشمال (المناطق الشمالية) ما بين يناير ويوليو..، وذلك بشكل يفوق معدلاتهم فى النمو ما بين يونيو ونوفمبر. بينما فى المناطق الجنوبية يحدث العكس من ذلك حيث ينمو الأطفال بمعدلات أسرع فى نوفمبر ـ مارس حيث يكون اليوم طويلا خلال هذه الفترة ويؤثر ضوء الشمس على الجهاز الهرمونى مما يؤدى إلى زيادة إفراز هرمونات النمو لدى الأطفال..، كما يلاحظ أن أغذية الربيع والصيف تكون أكثر ثراء عن غيرها فيما يتعلق بالفيتامينات.

يتأثر التمثيل الغذائى أيضا بتغير فصول السنة، حيث يزيد محتوى البروتين العام فى الدم خلال الشتاء ويقل فى الصيف، ولقد لاحظ العلماء أن الأطفال من ٨ ـ ١٥ سنة يزداد لديهم نشط الجهاز الهرمونى ليصل إلى أقصى نشاطه فى فصل الصيف، كما يختلف معدل امتصاص جسم الطفل للفسفور والكالسيوم على مدار



العام. . ، وهما من الأملاح المعدنية الأساسية لبناء العظام، حيث يحتفظ الجسم بهذه المواد من فبراير حتى مايو، وعادة ما يصبح مستواها فى الجسم فى شهر مايو أكثر من شهر أبريل بالرغم من أن الجسم يستقبل فى شهر مايو أملاح الكالسيوم والفسفور بمعدل أقل من معدل استقباله لهما فى شهر أبريل.

وفى شهر يونيه ويوليه يستمر امتصاص الجسم للكالسيوم والفسفور، وينخفض ذلك باستمرار من أغسطس حتى يناير، وهذه الظاهرة لا تلاحظ لدى الأطفال وحدهم.

وثبت أيضا أن معدل النبض يتغير على مدار العام، فهو يقل ويكون بطيئا فى الربيع والخريف، بينما يزيد ويكون أسرع فى الخريف والشتاء.

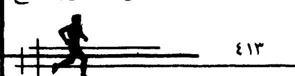
وفى الصيف تظهر الأمراض الصيفية المعروفة، كما أن فصل الشتاء يصاحبه أيضا ظهور أنواع أخرى من الأمراض، كما أن هناك من الأمراض ما ينتشر خلال شهور معينة من السنة، فمثلا تزداد حالات ارتفاع ضغط الدم خلال شهر مايو ويوليه وسبتمبر، بينما تظهر أمراض اختلال الدورة الدموية فى المخ خلال شهور يناير وفبراير ومايو وأغسطس وسبتمبر، كما تظهر حالات روماتيزم القلب والاحتشاء القلبى فى الخريف، بينما تظهر أمراض المعدة والأثنى عشر والأمعاء فى الربيع والخريف.

كما تتغير الدورة السنوية للإيقاع الحيوى لدى تلاميذ المدارس تبعا للموسم الدراسى والموسم الصيفى.

قام العالم الأمريكى هالبرج بدراسة إيقاع الموت من أمراض الجهاز التنفسى فى ٤٧ ولاية، فظهر أن أقصى معدل للوفيات يكون خلال الفترة ما بين شهر ديسمبر ونهاية شهر فبراير، وتوصل هالبرج لاستنتاج فحواه أن زيادة نسبة الوفيات من أمراض الجهاز التنفسى خلال شهور الشتاء ترجع إلى زيادة حساسية الإنسان لهذا النوع من الأمراض.

٥ ــ الإيقاع الحيوى لعدة سنوات:

هناك العديد من الظواهر البيولوجية فى الحياة تظهر كل عدة سنوات، فمعدل النمو لدى الأولاد يزداد اعتبارا من سن عشر سنوات بشكل إيقاعى واضح

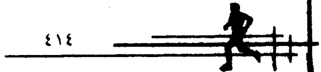


كل ثلاث سنوات وللبنات كل سنتين، كما أن الإيقاع الحيوى النفسى يظهر فى شكل موجات تتميز بزيادة الاتجاه إلى الحياة الروحانية فى أعمار ٦ ـ ٧، ١٢ ـ ١٣، ١٨ ـ ١٩، ٢٥ ـ ٢٦، ٣١ ـ ٣٢، ٣٧ ـ ٣٨، ٤٣ ـ ٤٤ وهكذا.

كما تبين أن ظهور الأمراض أيضا يأخذ شكلا إيقاعيا كل ثلاث سنوات، وأربع، وسبع، وعشرة، وثلاثة عشر سنة. وتظهر الإيقاعات الحيوية لعدة سنوات فى ظهور بعض الأوبئة كل عدة سنوات مثل الكوليرا والإنفلونزا وغيرهما.

وللمودة أيضا إيقاع، فهى تتغير كل ٣ ـ ٤ سنوات من حيث لون الملابس ونوع النسيج.

وفى المجال الرياضى اتضح أن أعلى نتائج للرياضيين الرجال تلاحظ على فترات كل ثلاث سنوات، ولدى الرياضيات الإناث كل سنتين.



أخذت النظرة العلمية إلى الإيقاع الحيوى منحنيين أساسيين أو اتجاهين أساسيين أو اتجاهين مختلفين، أولهما هو اتجاه نظرية «الاتجاه السائد» Popular Theory والتى ظهرت منذ القرن الثامن عشر، والثانية هى «النظرية العلمية» والتى ظهرت خلال فترة الخمسينات. ويرجع الفرق بين النظريتين إلى الأسلوب المستخدم فى تحديد الإيقاع الحيوى.

تعتمد النظرية السائدة فى تحديد الإيقاع الحيوى للإنسان على تاريخ الميلاد، بينما تعتمد النظرية العلمية على استخدام مجموعة حديثة لتحليل حلقات الوقت.[1]

وفيما يلى شرح مفصل للنظريتين:

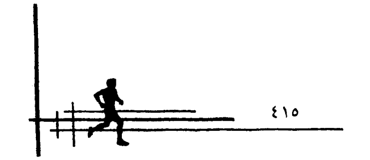
أولا ـ النظرية السائدة:

ظهرت النظرية السائدة للإيقاع الحيوى فى نهاية القرن الثامن عشر، حيث قدمها فليس وسوبودا Flies and Swoboda . . ، وتعتمد هذه النظرية على أن

(1)Modern times - series analysis techniques (TSA).

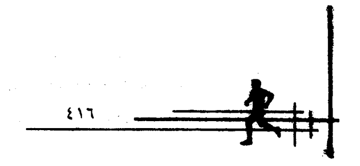


شكل رقم (٩٥)
الإيقاع الحيوى وفتح الكوتشينة (التنجيم)
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)





شكل رقم (٩٦)
الإيقاع الحيوى والتنجيم
عن: (دوسيكن ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



الإنسان يمـر بثلاث دورات بدنية وانفـعالية وذهنيـة، وهذه الدورات تتكرر بشكل إيقاعى منتظم طوال حياة الفرد ابتداء من يوم ميلاده. هذه الدورات هى:

(١) الدورة البدنية Physical Cycle ومدتها ٢٣ يوما.

(٢) الدورة الانفعالية Emotional Cycle ومدتها ٢٨ يوما.

(٣) الدورة الذهنية Intellectul Cycle ومدتها ٣٣ يوما.

وقد ظهرت نظريات كثيرة حـول هذه الموضوعات تؤكد إمكانية التنبؤ بالأداء البشرى فى مخـتلف المجالات بناء على مدار الدورات الإيقاعية الحـيوية، غير أن الدراسات لم تكن تؤيد كثيرا هذه النظرية.

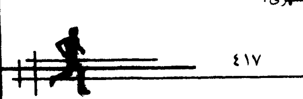
جـذبت هذه النظرية اهتمـام البـاحثـين فى المجال الرياضى، حـيث قامـوا بمحاولات لـلربط بين الدورات الحيـوية والإنجازات الرياضـية للرياضـيين..، إذ أجريت عدة دراسات فى هذا الصدد..، غير أن النتائج كانت سلبية، بل وأكدت النتائج على عدم وجود ارتباط بين النتائج الرياضية والدورات الحيوية الثلاثة سابقة الذكر(*).

ثانيا ـ النظرية العلمية:

تعتمد النظرية العلمية للإيقاع الحيوى على أن لكل إنسان (أو أى كائن حى) أنماطا معينة من الإيقاعات الحيوية غير المتساوية، وكل منها يتميز بسعة عادية وفترة معـينة وطول الدورة يختلف من ظاهرة إلى أخـرى. غيـر أن تحديد هذه الدورات الحيـوية لا يتم عن طريق الحـساب منذ تاريخ المـيلاد، ولكنه يعـتمـد على تحليل حلقات الوقت Time-Series Analysis (TSA) من خلال جمع بيانات لفترة زمنية معـينة لكل فرد. ومن خلال المتـابعة المستـمرة للأفراد يـمكن تحديد طول الدورة الإيقاعية الحيوية.

بناء على نتائج الدراسات الأولية فى هذا المجال اتضح أن الدورات الانفعالية يتـراوح طولها فى مـدى ما بين ٢ ـ ٧ أيام، وفى دراسـات أخرى تبـين أن طول الدورة الانفعالية سبعة أيام، وفى دراسات أخرى تبين أن الدورة الصحية أو البدنية يتراوح طولها ما بين ٢,٥ ـ ٥٧ يوما وهى مختلفة من فرد إلى آخر.

(*) راجع ما كتب عن هذه النظرية فى الإيقاع الحيوى الشهرى.



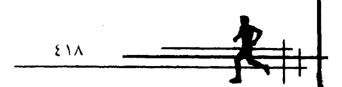
وبناء على نتائج الدراسات المقارنة بين النظرية العلمية والنظرية السائدة تبين أن طول الدورات الحيوية لا يكون موجودا لدى جميع الأفراد كما حددته النظرية السائدة، ولكنه يختلف من فرد إلى آخر، ولهذا السبب لا توجد أرقام ثابتة تنطبق على جميع الأفراد ولكن لكل فرد إيقاعه الحيوى الخاص به.

وهناك رأى آخر لا يربط الإيقاع الحيوى بنظام الدورات الحيوية التى تستمر لعدة أيام، باعتبار أن الإيقاع الحيوى ظاهرة عامة تظهر على عدة مستويات زمنية قسمها هالبرج Halberg إلى:

- الإيقاع العالى..، أقل من ٣٠ دقيقة.
- الإيقاع المتوسط..، من ٣٠ دقيقة إلى ٢٠ ساعة.
- الإيقاع المنخفض..، من ٢٨ ساعة إلى ٢,٥ يوما..، أو أكثر من ٢,٥ يوما.

ولقد اهتم الباحثون بتطبيقات نظريات الإيقاع الحيوى فى المجالات المختلفة، ففى مجال الصناعة أمكن التوصل إلى تحديد طبيعة الإيقاع الحيوى للعامل على مدار ساعات العمل، مما ترتب عليه إدخال بعض برامج التمرينات الرياضية فى الأوقات التى ينخفض فيها مستوى الأداء بغرض رفع معدلات الإنتاج فى هذه الفترات، كما تطرق الاستفادة من نظريات الإيقاع الحيوى فى دراسات النمو خلال مراحل الطفولة والمراهقة وعلاقته بالظروف المثالية للنمو..، وكذلك تطرق الأمر إلى دراسة الإيقاع الحيوى خلال اليوم الدراسى فى دور التعليم، وذلك كمحاولة لتحديد الظروف المثالية للبيئة المدرسية والأساليب الأمثل لتوزيع الحصص الدراسية لغرض الاحتفاظ بإيقاع ذهنى نشط للتلاميذ خلال اليوم الدراسى بما يحقق أفضل فعالية للبرامج المدرسية والاستفادة القصوى منها.

ويعتبر المجال الرياضى من أهم المجالات التى طبقت فيها نظريات الإيقاع الحيوى، وأصبح الآن على المدرب أن يعرف موعد إقامة المباراة أو البطولة ويقوم بتنظيم الحياة اليومية للرياضى بحيث يكون إيقاعه الحيوى فى أعلى مستوى له فى

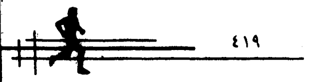


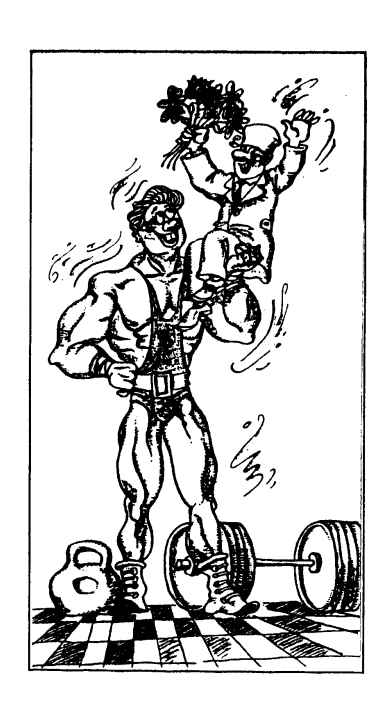
الوقت المحدد للمنافسة. وأصبح من المفيد جدا تغيير مواعيد التدريب اليومى لتصبح فى نفس توقيت المنافسة حتى يتعود إيقاع الجسم على هذه التوقيتات، كما اتضح أن تنظيم الإيقاع الحيوى اليومى للرياضى يساعده على النوم بانتظام وإخراج النشاط المطلوب فى الوقت المناسب، كما يساعد ذلك على أن يتعود الجهاز الهضمى على العمل فى أوقات معينة خلال مواعيد تناول الطعام. . ، هذ التنظيم وحده يحقق للرياضى أفضل الظروف لتطوير حالته التدريبية.

إيقاع الأرقام القياسية فى الرياضة

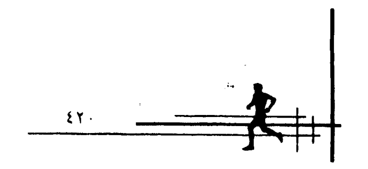
يتطلب الإبداع الرياضى جهدا بدنيا عظيما، فتحقيق الفوز وتسجيل الأرقام القياسية يتطلب من الفرد الرياضى بذل أقصى جهد لديه. . ، غير أنه من الملاحظ فى بعض الأحيان أن الإعداد الجيد الطويل والإرادة القوية وحدهما لا يحققان النتائج المرجوة، حيث قد يفقد الرياضى فجأة قدرته لأى حدث ما أو لأى سبب ما خاصة فى تلك الأنشطة الرياضية التى تتميز بارتفاع المنافسة فيها والتى تحسم من خلال ١/١٠٠ من الثانية.

لقد تطورت الأرقام القياسية وأحمال التدريب الرياضى واقتربت من حدود الحد الأقصى للطاقة البشرية كما صورها بعض العلماء. . ، فمثلا لقد اقترب «بن جونسون» و «كارل لويس» من الحد الأقصى لقدرة الإنسان والذى حدده العالم الأمريكى G. Ereil فى سباق ١٠٠م عدو وهو ٩,٦ث. . ، وظاهرة وصول اللاعبين إلى أقرب حدود الحد الأقصى المتوقع للأرقام القياسية بناء على الإمكانات الفسيولوجية البشرية ليست قاصرة على ألعاب القوى فقط، الرباعون كانوا منذ أكثر من ٢٠ سنة يتدربون على أحجام تدريب سنوية تصل إلى ١٦٠٠ ـ ١٧٠٠ طن، وتطور هذا الرقم منذ أكثر من عشر سنوات إلى ٢٠٠٠ ـ ٢٥٠٠ طن سنويا، والآن يزيد الحجم التدريبى عن ٤٠٠٠ طن سنويا، حيث بلغت الجرعة التدريبية فى الوحدة التدريبية الواحدة من ٤٠ ـ ٦٠ طنا. وبناء على ذلك فقد كان الرباع يصل إلى البطولة قديما بعد ١٠ ـ ١٢ سنة من التدريب الشاق المتواصل عندما يصل عمره إلى ٣٠ سنة أو أكثر. . ، أما الآن فإن سنوات الإعداد تبلغ ست سنوات فقط بحيث يصل الرباع إلى قمة مستواه فى عمر ١٨ ـ ٢٢ سنة فقط.





شكل رقم (٩٧)
الإيقاع الحيوى والأرقام القياسية فى الرياضة
عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



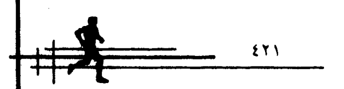
الرقم القياسى المتوقع هو نتاج لحشد جميع قدرات اللاعب وهو فى أحسن حالاته فى هذه القدرات، حيث يتطلب ذلك عمل جميع وظائف الجسم بكفاءة عالية، وهنا يجب الأخذ فى الاعتبار أن وظائف الجسم الفسيولوجية وخاصة فى هذه المعدلات العالية من الأداء تتغير تبعا للإيقاعات الحيوية، وبناء على ذلك فإن فهم طبيعة هذه الإيقاعات الحيوية يمكن أن يساهم بشكل فعال فى تحقيق الأرقام القياسية.

اهتم علماء الرياضة بظاهرة ارتباط الإيقاع الحيوى بتسجيل الأرقام القياسية، ومن خلال الدراسات العديدة التى أكدت نتائجها على أهمية دراسة الإيقاع الحيوى للأبطال تبين أن الإيقاع الحيوى يختلف أيضا داخل إطار المنافسة ذاتها، فمثلا تبين فى سباق ١٠٠م سباحة أن السباح يقطع الـ ٥٠ مترا الأولى أسرع من الـ ٥٠ مترا الثانية، كما أن لاعب التجديف فى المسافات الطويلة يقطع أول ٥٠٠ متر بسرعة عالية، ثم يقل توقيت الأداء بعد ذلك، ثم يعود ليزيد من سرعته عند نهاية السباق. كما أن نفس الظاهرة قد لوحظت فى الألعاب الجماعية أيضا، ففى المباريات النهائية يلاحظ أن اللاعبين يكونون فى أعلى معدل لأدائهم.

ولقد توصل العالم «كاولبرش» أن أقصى استثارة عصبية لدى الرياضيين وكذلك أقصى قدرة لهم على كتم التنفس لأطول فترة ممكنة تكون فى أحسن حالها ما بين ١١ ـ ١٢ صباحا، ٤ ـ ٦ مساءً. كما تبين أن سرعة السباحين فى السباقات التى تجرى مساء أعلى منها عند إقامة السباقات فى الفترة الصباحية.

وإذا ما لاحظنا حالة التدريب لأى فرد أو فريق فإنه من السهل اكتشاف أن أفضل فترات الأداء على مدار اليوم تكون من ١١ ـ ١٢ صباحا، ٥ ـ٧ مساءً..، وكثير من العلماء يفضلون أن يكون التدريب الأساسى دائما فى الفترة المسائية.

فى تجربة أجراها عالم بولندى على عينة من الطلاب فى مسابقتى ١٠٠ متر عدو ودفع الجلة أثبتت نتائج التحليل الإحصائى أن أعلى مستوى أمكن تحقيقه كان خلال الفترة المسائية من اليوم التدريبى..،لقد أصبح من المؤكد أن الإيقاع الحيوى له تأثير فعال عند مشاركة الرياضى فى المنافسات.

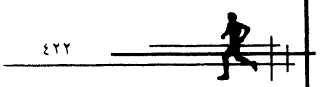


قام العالم الروسى ستانسلاف خاربوجى بتجربة على عينة من الطلاب قوامها ٣٠٠ طالب، تم تقسيم العينة إلى مجموعتين متساويتين كل منها ١٥٠ طالبا. المجموعة الأولى كانت تقوم بالتدريب فى الفترة الصباحية، والمجموعة الثانية كانت تقوم بالتدريب فى الفترة المسائية..، واستمر لمدة ثلاثة شهور..، بعد هذه الفترة من التدريب شارك الطلاب فى بطولة لمدة يومين..، فى اليوم الأول نظمت المنافسات بحيث تكون فى نفس توقيت التدريب لكل مجموعة من المجموعتين..، وفى اليوم الثانى لم يراع ذلك وتم تنفيذ العكس للمجموعتين..، ولقد شمل برنامج المنافسات بعض مسابقات ألعاب القوى (جرى، وثب، رمى).

ثبت فى هذه الدراسة أن أفضل النتائج سجلت عندما اتفقت مواعيد المنافسات مع مواعيد التدريب.

ولقد أثبتت تجارب أخرى أن نقل المنافسات المسائية إلى الفترة الصباحية أو العكس لا يؤدى إلى تحقيق نتائج طيبة..، لذلك يجب على المدرب أن يجعل توقيت التدريب متفقا مع توقيت إجراء المنافسة، وذلك للاستفادة من مبدأ الإيقاع الحيوى وتأثيره على مستوى النتائج.

وتشير نتائج الدراسات المتقدمة فى مجال الإيقاع الحيوى فى المجال الرياضى إلى أن توقيت التدريب وعلاقته بتوقيت المنافسة لم يعد العامل الوحيد فى مجال الإيقاع الحيوى فى الرياضة، بل إن عمليات إنتاج الطاقة أيضا تمر بإيقاعات حيوية لها تأثيرها على مستوى أداء الرياضى. فمن المعروف أن الجسم ينتج الطاقة عن طريق المصادر الأساسية لها ومنها الجلوكوز أو الجليكوجين، وقد اتضح أن محتوى الجسم من الجلوكوز والدهون يتغير فى شكل إيقاع حيوى على مدار اليوم، حيث يلاحظ أن أقصى مقدار لمخزون الجليكوجين بالكبد يكون ليلاً، وعند منتصف الليل يحدث العكس حيث يزيد مخزون الدهون. لذلك فإن استهلاك الطاقة فى الصباح الباكر يكون فى إطار محتوى أقل من الجلوكوز وأكثر من الدهون.



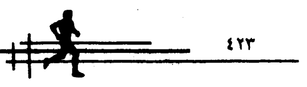
وبالنسبة للرياضيات الإناث فقد ثبت أن اللاعبات فى رياضة الجمباز يحققن نجاحا أكثر فى النصف الأول من الدورة الشهرية بخاصة فى المهارات الفنية التى تتطلب توترا عصبيا عاليا، بينما فى النصف الثانى من الدورة الشهرية تكون قدرتهن على المنافسة أسهل فى الأداء الذى يستمر لفترة أطول مع ارتفاع الشدة.

من خلال دراسات أجراها بعض الباحثين الروس ثبت أن استهلاك الأكسجين يقل صيفا(*)، وفى دراسة قام بها بعض الباحثين الروس أيضا تحت إشراف «سميرنوف» تناولت دراسة كفاءة الإنسان فى مختلف مواسم السنة على عينة قوامها ١٢٣ فردا بغرض دراسة النشاط الحركى بواسطة جهاز قياس الخطوة (شاجومير - عادى) بالإضافة إلى الاختبارات الوظيفية. . ، وبناء على نتائج هذه الدراسة اتضح أن الناس يتحركون أكثر فى الصيف، وبناء عليه تكون الكفاءة البدنية على مستوى عال فى الصيف أكثر من أى وقت من الموسم (لاحظ أن فصل الشتاء يتميز بالبرد الشديد مما يمنع الحركة الحرة خارج الأماكن المقفلة). وقد يكون هذا أحد أسباب تسجيل الرياضيين للأرقام القياسية خلال فترة الربيع إلى الصيف، وقد تصل النتائج فى بعض الأنشطة إلى مقدار من التحسن يزيد فى حدود ١٠ - ١٥٪ خلال هذه المفترة مقارنة بأى موسم آخر خلال السنة. . ، غير أنه يجب أن يكون معروفا أن هناك كثيرا من العوامل التى تؤثر على الإيقاع الموسمى مثل نظام التغذية ونظام التدريب. . ، كما أن الإيقاع الحيوى على مدار اليوم الواحد أكثر صدقا وثباتا من الإيقاع الحيوى الموسمى، ويجب ملاحظة أن زيادة شدة وحجم التدريب يمكن أن تؤدى إلى تغير الإيقاع الحيوى وذلك بظهور حالة الأرق أو عدم انتظار النوم، وهذا يعتبر من علامات حالة الإجهاد أو التدريب الزائد.

استخدام الكومبيوتر فى تحديد الإيقاع الحيوى

استخدمت حاليا بشكل واسع برامج الكومبيوتر لتحديد الإيقاع الحيوى للإنسان بناء على نظرية تحديد الدورات الحيوية المختلفة ابتداء من تاريخ ميلاد

(*) يتطلب الأمر إجراء دراسات للتأكد من صحة هذه المعلومة على بيئات مناخية متباينة.



الإنسان وإلى ما لانهـاية باعتبار أن هذه الدورات تتكرر خلال فـترة زمنية لا تزيد عن الشهر الواحد، وإن كان هناك تحفظات سبق مناقشتها حول هذه النظرية باعتبار أن الإيقاع الحيـوى ليس موحدا لجميع الأفراد الذين لهم تاريخ ميلاد مـوحد فإن لكل فرد إيقاعـه الحيوى الخاص الذى يجب دراسته أولا لتـحديد دوراته ثم تحديد النماذج المسـتقبلية لـهذا الإيقاع للشخص المعـين وليس مجرد إيقـاع عام، إلا أننا نستعرض هنا نموذجا لاستخدام برامج الكومبيوتر لهذا الغرض حيث تتبع الخطوات التالية.

أولا ــ إدخال البيانات:

يتم إدخال البيانات التالية إلى الكومبيوتر:

١ ـ الاسم.

٢ ـ تاريخ الميلاد.

٣ ـ تاريخ اليوم أو الفترة المطلوب تحدى الإيقاع الحيوى لها.

ثانيا ــ الناتج:

يقوم الكومبـيوتر كما فى المثال أو النـموذج المعروض بكتابة البيـانات العامة وتشمل:

١ ـ بيانات عامة:

ـ الشهر والسنة.

ـ الاسم

ـ تاريخ الميلاد.

٢ ــ الجدول الأسبوعى التحليلى:

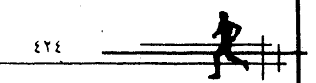
يشمل الجدول الأسبوعى بيـانا بأيام الأسبوع من الأحد إلى السبت يضـم كل يوم رقما يمثل تاريخ اليوم من الشهر ثم رموز الدورات ودرجات كل منها حيث:

« P » تعنى الدورة البدنية.

« E » تعنى الدورة الانفعالية أو النفسية.

« I » تعنى الدورة العقلية أو الذهنية.

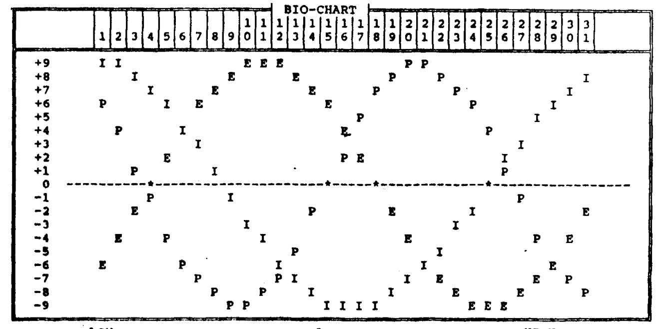
وأمام كل رمز من هذه الرموز توجد درجات تمثل حالة الفرد فى هذه الدورة بالحد الأقصى الذى يساوى (+٩) إلى الحد الأدنى (-٩) وأعلى مستوى هو (+٩) وتختلف المستويات تبعا لذلك.



BIO-CAL [tm] Version:9.91 printed by SN:BXR-BBS on: January 07, 1996 - Sunday

1996 >>>>> January <<<<< 1996
BIO - CAL
For: Prf. Born: February 7, 1946 - Thursday
Age: 49Yrs 11Mos 0Days Sun Sign: Aquarius Born in Year of the Dog

Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday
	1 P:+6 E:-6 I:+9	2 P:+4 E:-4 I:+9	3 P:+1 E:-2 I:+8	4 P:-1 E: * I:+7	5 P:-4 E:+2 I:+6	6 P:-6 E:+4 I:+4
7 P:-7 E:+6 I:+3	8 P:-8 E:+7 I:+1	9 P:-9 E:+8 I:-1	10 P:-9 E:+9 I:-3	11 P:-8 E:+9 I:-4	12 P:-7 E:+9 I:-6	13 P:-5 E:+8 I:-7
14 P:-2 E:+7 I:-8	15 P: * E:+6 I:-9	16 P:+2 E:+4 I:-9	17 P:+5 E:+2 I:-9	18 P:+7 E: * I:-9	19 P:+8 E:-2 I:-8	20 P:+9 E:-4 I:-7
21 P:+9 E:-6 I:-6	22 P:+8 E:-7 I:-5	23 P:+7 E:-8 I:-3	24 P:+6 E:-9 I:-2	25 P:+4 E:-9 I: *	26 P:+1 E:-9 I:+2	27 P:-1 E:-8 I:+3
28 P:-4 E:-7 I:+5	29 P:-6 E:-6 I:+6	30 P:-7 E:-4 I:+7	31 P:-8 E:-2 I:+8			
		P = Physical E = Emotional I = Intellectual		Copyright (c) 1988-91 Sierra Consultants All Rights Reserved		



شكل رقم (٩٨)
استخراج الإيقاع الحيوى بالكمبيوتر (مثال ـ ١)

٣ ـ الشكل البياني:

يمثل الشكل البياني أيام الشهر من ١ حتى ٣١. يلى ذلك منحنيات الدورات البدنية والنفسية والذهنية ما بين الارتفاع والانخفاض على مدار أيام الشهر مع استخدام رموز هذه الدورات بالحروف اللاتينية المذكورة سابقا.

ويمثل المحور الأفقى الدرجات من الحد الأدنى (-٩) إلى الحد الأقصى (+٩) وكذلك يلاحظ نفس التدرج على المحور الرأسى ومن أعلى أيام الشهر من ١ ـ ٣١. انظر الشكال رقم (٩٩).

قياس الإيقاع الحيوى

اختبار تحديد نوعية الإيقاع الحيوى (المعدل)

أعد هذا الاختبار Ostbirg وقام بتعديله Stipanov وهو اختبار يستهدف تحديد نوعية الإيقاع الحيوى لدى الأفراد.

*** مقدمة:**

١ ـ قبل الإجابة على أى سؤال يجب قراءته جيدا، وبانتباه.

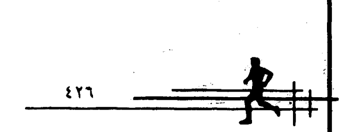
٢ ـ رجاء الإجابة على جميع الأسئلة.

٣ ـ يجب الإجابة على الأسئلة تبعا لترتيب ورودها فى الاختبار.

٤ ـ عند الإجابة على كل سؤال لا يجب التأثر بالإجابة عن الأسئلة الأخرى.

٥ ـ يوجد عدة إجابات مقترحة على كل سؤال، يجب اختيار إحدى الإجابات المقترحة فقط.

٦ ـ يجب أن تكون الإجابات بمنتهى الصدق.

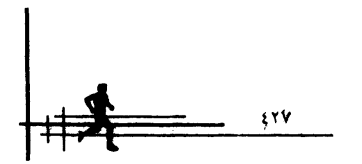




شكل رقم (٩٩)

القياس الحيوى

عن: (دوسكين ن. أ، لافرن تيفان ن. أ، ١٩٩١م)



* **الجزء الأساسى:**

١ ـ متى تستيقظ من النوم إذا كان ليس لديك عمل (مثل أيام الأجازة)؟

الدرجة	شتاءً	صيفاً
٥	٥,٠٠ ـ ٦,٤٥	٤,٠٠ ـ ٥,٥٤
٤	٦,٤٦ ـ ٨,١٥	٥,٤٦ ـ ٧,١٥
٣	٨,١٦ ـ ١٠,٤٥	٧,١٦ ـ ٩,٤٥
٢	١٠,٤٦ ـ ١٢,٠٠	٩,٤٦ ـ ١١,٠٠
١	١٢,٠١ ـ ١٣,٠٠	١١,٠١ ـ ١٢,٠٠

٢ ـ متى تذهب إلى النوم فى حالة إذا لم يكن لديك أى عمل يشغلك؟

الدرجة	شتاءً	صيفاً
٥	٨,٠٠ ـ ٨,٤٥ مساءً	٩,٠٠ ـ ٩,٤٥ مساءً
٤	٨,٤٦ ـ ٩,٣٠ مساءً	٩,٤٦ ـ ١٠,٣٠ مساءً
٣	٩,١٣ ـ ١٢,١٥ صباحاً	١٠,٣١ مساءً ـ ١,١٥ صباحاً
٢	١٢,١٦ ـ ١,٣٠ صباحاً	١,١٦ ـ ٢,٣٠ صباحاً
١	١,٣١ ـ ٣,٠٠ صباحاً	٢,٣١ ـ ٤,٠٠ صباحاً

٣ ـ ما مدى استخدامك للمنبه (ساعة الاستيقاظ) إذا كان يجب أن تستيقظ صباحا فى موعد محدد؟

- لا أستخدم المنبه مطلقا ٤ درجات
- أستخدمه فى بعض الأحيان ٣ درجات
- أحتاج إلى استخدامه بدرجة قوية ٢ درجة
- أحتاج إليه بشكل ضرورى جدا ١ درجة (واحدة)

٤ ـ إذا كان لديك امتحان تستعد له. . ، فهل تستعد له ليلا خلال الفترة الزمنية من الساعة ١١ مساء حتى الساعة الثانية صباحاً؟

- لا أستطيع العمل فى هذا الوقت مطلقا ٤ درجات
- يمكن العمل قليلا لتحقيق بعض الاستفادة ٣ درجات
- يمكن أن يكون العمل فى هذا الوقت كافيا ٢ درجة
- العمل فى هذا الوقت كاف بدرجة عالية ١ درجة

٥ ـ هل تستيقظ مبكرا بسهولة فى الظروف العادية؟

- صعب جدا ١ درجة
- صعب لحد ما ٢ درجة
- سهل لحد ما ٣ درجات
- سهل جدا ٤ درجات

٦ ـ هل تشعر بالاستيقاظ التام خلال أول نصف ساعة عقب استيقاظك من النوم؟

- أشعر بنعاس شديد جداً ١ درجة
- أشعر بنعاس غير شديد ٢ درجة
- أشعر بدرجة مرضية من الاستيقاظ ٣ درجات
- أشعر بدرجة كاملة من الاستيقاظ ٤ درجات

٧ ـ ما حالة شهيتك للطعام خلال النصف الأول من اليوم؟

- لا توجد شهية نهائيا ١ درجة.
- شهية منخفضة ٢ درجة.
- شهية جيدة إلى حد ما ٣ درجات.
- شهية رائعة ٤ درجات.

٨ ـ فى حالة استعدادك لأداء امتحان. . ، هل تستخدم الفترة الصباحية من الساعة ٤ ـ ٧ صباحا للعمل؟

- العمل خلال هذه الفترة غير مفيد إطلاقا ولا أستطيع أن أعمل فيها ١درجة.
- يمكن الحصول على بعض الفائدة ٢ درجة.
- العمل يكون ذا فاعلية كافية ٣ درجات.
- العمل يكون ذا فاعلية كبيرة ٤ درجات.

٩ ـ عقب استيقاظك. . هل تشعر بتعب بدنى خلال النصف الأول من اليوم؟

- أشعر بتعب شديد جدا ١ درجة.
- أشعر بتعب غير شديد ٢ درجة.
- أشعر بنشاط غير كبير ٣ درجات.
- أشعر بنشاط كبير ٤ درجات.

١٠ ـ متى تنام إذا كان اليوم التالى أجازة من العمل؟

ـ ليس متأخرا عن الموعد المعتاد عليه ٤ درجات.

ـ متأخرا لمدة ساعة أو أقل ٣ درجات.

ـ متأخرا لمدة من ساعة إلى ساعتين ٢ درجة.

١١ ـ هل من السهل عليك النوم فى الظروف العادية؟

ـ صعب جدا ١ درجة.

ـ صعب بدرجة ما ٢ درجة.

ـ سهل لدرجة ما ٣ درجات.

ـ سهل جدا ٤ درجات.

١٢ ـ قررت تحسين حالتك الصحية بواسطة الرياضة، اقترح عليك صديق المشاركة معه والتدريب من ساعة إلى ساعتين فى الأسبوع، يعتبر الوقت المناسب لصديقك من الساعة ٧ ـ ٨ صباحاً. هل يعتبر هذا الموعد هو الأنسب بالنسبة لك؟

ـ فى هذا الوقت أكون فى أفضل حالاتى ٤ درجات

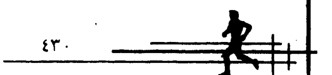
ـ أكون فى حالة جيدة إلى حد ما ٣ درجات

ـ يصعب على التدريب فى هذا الوقت ٢ درجة

ـ من الصعب جدا التدريب فى هذا الوقت ١ درجة

١٣ ـ متى تشعر بالتعب والرغبة فى النوم ليلا؟

الدرجة	الساعة
٥	٨ ـ ٩ مساءً
٤	٩,١٠ ـ ١٠,١٥ مساءً
٣	١٠,١٦ ـ ١٢,٤٥ صباحاً
٢	١٢,٤٦ ـ ٢,٠٠ صباحاً
١	٢,٠١ ـ ٣,٠٠ صباحاً



١٤ ـ عند العمل لمدة ساعتين فى عمل يتطلب تعبئة كاملة لقواك العقلية . . أى فترة من الفترات الأربع التالية تختارها لإنجاز هذا العمل؟

ـ ٨,٠٠ ـ ١٠,٠٠ صباحاً ٦ درجات .

ـ ١١,٠٠ ـ ١,٠٠ ظهراً ٤ درجات .

ـ ٣,٠٠ ـ ٥,٠٠ مساءً ٢ درجة .

ـ ٧,٠٠ ـ ٩,٠٠ مساءً ٠ درجة (صفر) .

١٥ ـ ما مدى إحساسك بالتعب حتى الساعة الحادية عشرة مساءً؟

ـ أشعر بتعب شديد جداً ٥ درجات .

ـ أشعر ببعض التعب ٣ درجات .

ـ أشعر بتعب خفيف ٢ درجة .

ـ لا أشعر بتعب إطلاقا ٠ درجة (صفر) .

١٦ ـ أى الأسباب التالية تدعوك إلى النوم متأخراً عن موعدك المعتاد بعدة ساعات؟

ـ أستلقى للنوم فى الموعد المعتاد غير أنى أستمر فترة كبيرة بدون نوم ٤ درجات .

ـ أسلتقى للنوم فى الموعد المعتاد غير أنى أفكر ٣ درجات .

ـ أستلقى للنوم فى الموعد المعتاد ومرة أخرى أقلق ٢ درجة .

ـ أستلقى للنوم متأخرا عن العادة ١ درجة .

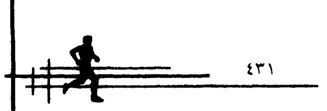
١٧ ـ إذا كان لديك وردية عمل من الساعة الرابعة إلى الساعة السادسة ، واليوم التالى لهذه الوردية إجازة ، فأى من الخيارات التالية تفضل؟

ـ لا أنام إلا بعد الإنتهاء من الوردية ١ درجة .

ـ قبل الوردية استلقى مستريحا (أغفو) وبعد الوردية أنام ٢ درجة .

ـ قبل الوردية أنام جيدا وبعدها أستلقى مستريحا (أغفو) مرة أخرى ٣ درجات .

ـ أنام نوما كاملا قبل الوردية ٤ درجات .



١٨ ـ إذا كان يجب عليك خـلال ساعتين القـيام بعمل بدنى مجـهد. فأى الأوقات تختارها للقيام بهذا العمل إذا كنت لا ترتبط بأى شىء طوال اليوم؟

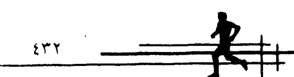
- ٨,٠٠ ـ ١٠,٠٠ صباحاً ٤ درجات.
- ١١,٠٠ ـ ١,٠٠ ظهراً ٣ درجات.
- ٣,٠٠ ـ ٥,٠٠ مساءً ٢ درجة.
- ٧,٠٠ ـ ٩,٠٠ مساءً ١ درجة.

١٩ ـ إذا قررت بجـدية ممارسة الريـاضة، واقتـرح عليك صديق الـتدريب مرتين أسبـوعيا لمدة ساعة، وأن أفضل وقت بالـنسبه له من الساعة العاشـرة مساءً حتى الحادية عشرة مساءً..، فما هو مدى شعورك نحو اختيار هذا الموعد:

- نعم سأكون فى أحسن حالاتى فى هذا الوقت ١ درجة.
- أتمنى أن أكون فى حالة جيدة فى هذا الوقت ٢ درجة.
- أكون فى حالة غير جيدة ٣ درجات.
- لا أستطيع التدريب مطلقا فى هذا الوقت ٤ درجات.

٢٠ ـ فى أى ساعـة كنت تستيقـظ فى فترة الطفولة خـلال العطلة الصيفـية حيث كنت تختار بنفسك ساعة الاستيقاظ؟

الساعة	الدرجة
٥,٠٠ ـ ٦,٤٥ صباحاً	٥ درجات
٦,٤٦ ـ ٧,٤٥ صباحاً	٤ درجات
٧,٤٦ ـ ٩,٤٥ صباحاً	٣ درجات
٩,٤٦ ـ ١٠,٤٥ صباحاً	٢ درجات
١٠,٤٦ ـ ١٢,٠٠ صباحا	١ درجات

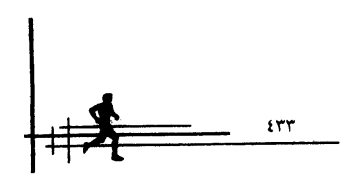


٢١ ـ تخيل أنك تستطيع تحديد مواعيد العمل بالنسبة لك، وعليك أن تحدد خمس ساعات عمل يومى بما فيها فترات الراحة البينية، اختار أفضل فترة زمنية تستطيع خلالها أن تؤدى عملك بكفاءة.

الساعة	الدرجة
١٢,٠١ ـ ٥,٠٠ صباحاً	١ درجة
٥,٠١ ـ ٨,٠٠ صباحاً	٥ درجات
٨,٠١ ـ ١٠,٠٠ صباحاً	٤ درجات
١٠,٠١ ـ ٤,٠٠ ظهراً	٣ درجات
٤,٠١ ـ ٩,٠٠ مساءً	٢ درجة
٩,٠١ ـ ١٢,٠٠ مساءً	١ درجة

٢٢ ـ فى أى وقت من اليوم تصل إلى قمة نشاطك فى العمل؟

الساعة	الدرجة
١٢,٠١ ـ ٤ صباحاً	١ درجة
٤,٠١ ـ ٨,٠٠ صباحاً	٥ درجات
٨,٠١ ـ ٩,٠٠ صباحاً	٤ درجات
٩,٠١ ـ ٢,٠٠ ظهراً	٣ درجات
٢,٠١ ـ ٥,٠٠ مساءً	٢ درجة
٥,٠١ ـ ١٢,٠٠ مساءً	١ درجة



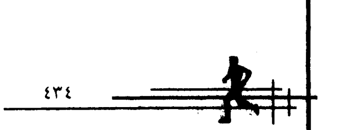
٢٣ ـ تسمع أحـيانا عن بعض أنواع من الأفراد يطلق علـيهم صباحـيين أو مسائيين. . ، إلى أى نوع تنتسب أنت؟

- أنتسب إلى الصباحيين بشكل مطلق ٦ درجات.
- أميل إلى الصباحيين أكثر من المسائيين ٤ درجات.
- أميل إلى المسائيين أكثر من الصباحيين ٢ درجة.
- أنتسب إلى المسائيين بشكل مطلق ١ درج

*** الخلاصة**

يمكن تحديد نوعية نمط المختبر عن طريق مجموع الدرجات كما يلى:

الساعة	الدرجة
أكثر من ٩٢ درجة	يتميز بالنمط الصباحى المطلق
من ٧٧ ـ ٩١ درجة	يتميز بالنمط الصباحى بدرجة ضعيفة
من ٥٨ ـ ٧٦ درجة	نمط غير منتظم
من ٤٢ ـ ٥٧ درجة	يميل إلى المسائى
أقل من ٤١ درجة	يتميز بالنمط المسائى المطلق




مراجع الكتاب



أولاً ـ المراجع العربية:

- أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٩٤م): ٤ × ١٢ = ٤٨ساعة لتعليم السباحة، دار الفكر العربى، القاهرة.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٩٤م): تدريب السباحة للمستويات العليا، دار الفكر العربى، القاهرة.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٨٥م): تأثير تدريبات العمل العضلى الثابت والمتحرك على بعض الاستجابات الوظيفية للقلب، مجلة «دراسات وبحوث»، جامعة حلوان، العدد الأول، المجلد الثامن، فبراير، ص ١٣٥ ـ ١٤٧.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٨٢م): بيولوجيا الرياضة، دار الفكر العربى، القاهرة.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح، إبراهيم شعلان (١٩٩٤م): فسيولوجيا التدريب فى كرة القدم، دار الفكر العربى، القاهرة.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح، أحمد عمر الروبى (١٩٨٥م): انتقاء الموهوبين فى المجال الرياضى، عالم الكتب، القاهرة.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح، أحمد نصر الدين سيد (١٩٩٣م): الرياضة وإنقاص الوزن، دار الفكر العربى، القاهرة.
- أبو العلا أحمد عبد الفتاح، أحمد نصر الدين سيد (١٩٩٣م): فسيولوجيا اللياقة البدنية، دار الفكر العربى، القاهرة.
- بوريسوفاى أ. (١٩٦٧م): دراسة مقارنة لحجم القلب لدى لاعبى الانزلاق على الجليد ولاعبى رفع الأثقال، مؤتمر العلماء الشبان، معهد الثقافة البدنية، موسكو، ص ٩٣ ـ ٩٥ (مرجع روسى).
- بوريسوفاى أ. (١٩٦٦م): حجم القلب والحالة الوظيفية لعضلة القلب لدى الرياضيين، رسالة دكتوراه غير منشورة، معهد الثقافة البدنية، موسكو (مرجع روسى).



- حسين حسن مصطفى أبو الرز (١٩٨٩م): تأثير برنامج مقترح للتمرينات البدنية على بعض القدرات الحركية والانحرافات القوامية للمعوقين بدنيا، بحث دكتوراه غير منشور، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة حلوان، القاهرة.

- دوسكين ن. أ، لافرن تيفان. أ (١٩٩١م): إيقاع الحياة، مديتسينا، موسكو (مرجع روسى).

- دوسكين ن. أ.، كونديجى (١٩٨٩م): الإيقاعات الحيوية لأجهزة الجسم خلال مراحل النمو، مديتسينا، موسكو (مرجع روسى).

- سوسن عبد المنعم وآخرون (١٩٧٧م): البيوميكانيكا فى المجال الرياضى، الجزء الأول «البيوديناميك»، مطابع جريدة السفير، الإسكندرية.

- عزه فؤاد محمد الشورى (١٩٨٩م): تأثير الكربوهيدرات على نشاط العضلة الكهربائى أثناء أداء العمل العضلى الهوائى واللاهوائى، بحث دكتوراه غير منشور، كلية التربية الرياضية بالهرم، جامعة حلوان، القاهرة.

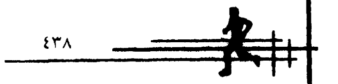
- عصام الحمصى (د.ت): الموسوعة الطبية الموجزة، دار الرشيد، مؤسسة الإيمان، دمشق، بيروت.

- كمال درويش، محمد صبحى حسانين (١٩٨٤م): التدريب الدائرى، دار الفكر العربى، القاهرة.

- كمال عبد الحميد، محمد صبحى حسانين، (١٩٨٥م): اللياقة البدنية ومكوناتها، الأسس النظرية، الإعداد البدنى، طرق القياس، ط٢، دار الفكر العربى، القاهرة.

- كمال عبد الحميد، محمد صبحى حسانين (١٩٨٠م): القياس فى كرة اليد، دار الفكر العربى، القاهرة.

- محمد حسن علاوى، أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٨٥م): فسيولوجيا التدريب الرياضى، دار الفكر العربى، القاهرة.



- محمد صبحي حسانين (١٩٩٦م): أنماط أجسام أبطال الرياضة من الجنسين، دار الفكر العربى، القاهرة.

- محمد صبحي حسانين (١٩٩٦م): القياس والتقويم فى التربية البدنية والرياضة، ط٣، الجزء الثانى، دار الفكر العربى، القاهرة.

- محمد صبحي حسانين (١٩٩٥م): القياس والتقويم فى التربية البدنية والرياضية، ط٣، الجزء الأول، دار الفكر العربى، القاهرة.

- محمد صبحي حسانين (١٩٩٥م): التحليل العاملى للقدرات البدنية، ط٢، دار الفكر العربى، القاهرة.

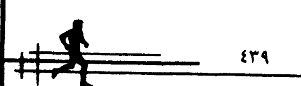
- محمد صبحي حسانين (١٩٩٣م): المحددات الفيزيقية لإستراتيجية صناعة البطل الرياضى، مجلة «علوم الطب الرياضى»، العدد الأول، الاتحاد العربى للطب الرياضى، يناير، المنامة، ص ٦٢ - ٦٨.

- محمد صبحي حسانين (١٩٩٢م): المحددات الفيزيقية والسلوكية فى نظرية أنماط الأجسام لشيلدون، الكتاب العلمى «علوم التربية البدنية والرياضة»، العدد الثالث، معهد البحرين الرياضى، المنامة، ص ٦٠ - ٦٥.

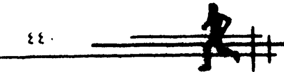
- محمد صبحي حسانين (١٩٩١م) أنماط الأجسام: بين الفلسفات الشعبية والتاريخ والنظرية العلمية، الكتاب العلمى «علوم التربية البدنية والرياضة»، العدد الثانى، معهد البحرين الرياضى، المنامة، ص ٧٨ - ٨٣.

- محمد صبحي حسانين (١٩٩٠م): الرياضة للجميع، الكتاب العلمى «علوم التربية البدنية والرياضة»، العدد الأول، معهد البحرين الرياضى، المنامة، ص ١٠٨ - ١١١.

- محمد صبحي حسانين (١٩٨٧م): طرق بناء وتقنين الاختبارات والمقاييس فى التربية البدنية، ط٢، دار الفكر العربى، القاهرة.

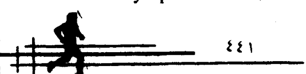


- محمد صبحى حسانين (١٩٨٥م): تحديد عامل الأدلة التركيبية والعلاقات النسبية الأنثروبومترية للمتخلفين عقليا من الجنسين بمرحلة ما قبل المراهقة، مجلة «دراسات وبحوث»، جامعة حلوان، المجلد الثامن، العدد الخامس، أكتوبر، القاهرة، ص ١٢٣ ـ ١٤٦.
- محمد صبحى حسانين (١٩٨٥م): نموذج الكفاية البدنية، دار الفكر العربى، القاهرة.
- محمد صبحى حسانين (١٩٨٤م): تحديد عامل الأدلة التركيبية والعلاقات النسبية الأنثروبومترية للمتخلفين عقليا من الجنسين بمرحلة ما بعد المراهقة - دراسة عاملية مقارنة، مؤتمر «الرياضة للجميع»، ١٥ ـ ١٧ مارس، كلية التربية الرياضية للبنين، المجلد الأول، القاهرة، ص ٣٧١ ـ ٣٨٩.
- محمد صبحى حسانين، حمدى عبد المنعم (١٩٨٨م): الأسس العلمية للكرة الطائرة وطرق القياس: بدنى، مهارى، معرفى، تحليلى، الجهاز المركزى للكتب الجامعية والمدرسية والوسائل التعليمية، القاهرة.
- محمد صبحى حسانين، حمدى عبد المنعم (١٩٨٦م): تحليل المباراة فى الكرة الطائرة، دار الفكر العربى، القاهرة.
- محمد صبحى حسانين، محمد عبد السلام راغب (١٩٩٥م): القوام السليم للجميع، دار الفكر العربى، القاهرة.
- محمد محمود عبد الدايم، محمد صبحى حسانين (١٩٨٤م): القياس فى كرة السلة، دار الفكر العربى، القاهرة.
- مصطفى كاظم مختار (١٩٨٠م): استخدام اختيارات الاتزان الحرارية والإحساس الاهتزازى فى دراسة الاتزان الحركى والثابت، دراسة دكتوراة غير منشورة، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة حلوان، القاهرة.
- مصطفى كاظم مختار وآخرون (١٩٨١م): رياضة السباحة، دار الفكر العربى، القاهرة.
- ممدوح الأشطوخى (١٩٩٢م): علم التشريح لطلبة كلية الطب ـ الطرف العلوى والسفلى، الجزء الأول، المركز العلمى للترجمة والنشر، القاهرة.
- نادية غريب حمودة (١٩٨٧م): تأثير برنامج مقترح لتنمية التوازن الثابت على النشاط الكهربائى لبعض عضلات الطرف السفلى، بحث دكتوراه غير منشور، كلية التربية الرياضية للبنين، جامعة حلوان، القاهرة.



ثانياً - المراجع الأجنبية:

- Arnheim. D.D., and Others, (1973): Principles and Methods of Adapted Physical Education, 2nd. ed., The C.V. Mosby Co., Saint Louis.
- Arnot. R.B & Gaines. C.L., (1984): Sportselection, Viking Press, New York.
- Astrand. P., & Rhyming. I., (1954): A Nomogram for Calculation of Aerobic Capacity (Physical Fitness) from Pulse Rate During Submaximal Work. J. Appl. Physiol., 7:218 - 221.
- Barrow. H.M., & McGee. R. (1979): A Practical Approach to Measurement in Physical Education, 3rd. ed., Lea and Febiger, Philadelphia.
- Baumgartner. A., & Jackson. A.S., (1975): Measurement for Evaluation in Physical Education, Houghton Miffin Co., Boston.
- Brozek. J.F., and Others, (1963): Densitomtric Analysis of Body Composition, Revision of Some Quantitive Assutnptions, Ann. N.Y. Acad. Sci., 101 - 113 - 140.
- Camaione. D.N., (1969): A Comparison Among Three Tests for Measuring Maximal Oxygen Consumption, Doctoral Dissertation, the Ohio State Uni., Columbus.
- Carter. J.E.L., (1980): The Heath - Carter Somatotype Method, 3rd. ed., San Diego State University Syllabus Service, San Diego.
- Carter. J.E.L., & Heath, B.H., (1990): Somatotype - Development and Application, Cambridge Uni. Press, New York, Port Chester, Melbourne, Sydney.
- Clarke. HH., (1974): Application of Measurements to Health and Physical Education, 4th. ed., Prentice-Hall, INC., Englewood Cliffs. New York.
- Cunningham. D.A., & Foulkner. J.A., (1969): The Effect of Training on Aerobic and Anaerobic Metabolism During A Short Exhaustive Run, Medicine and Science in Sport, 1, 65 - 59.
- De Garay. A.L., and Others, (eds), (1974): Genetic and Anthropological Studies of Olympic Athletes, Academic Press, New York.



- Dimbo. A.G., (1976): Practical Lessons in Medical Controll, Fezkoltora E. Sport, Moscow.(مرجع روسى)

- Dirix. A., and Others, (edt.), (1988): The Olympic Book of Sports Medicine, Vo.1 (of the encyclopaedia of sports medicine an international olympic committee publication), Blackwell Scientific Publications, Oxford, London Edinburgh, Boston, Polo Alto, Melbourne.

- DuBois. E.F., (1936): Basal Metabolism in Health and Disease, 3rd. ed., Lea & Febiger, Philadelphia.

- Fox. E., (1975): Differences in Metabolic Alteration with Sprint Versus Endurance Interval Training, In Howald H., and J. Poortmans (eds.), Metabolic Adaptiation to Prolonged Physical Exercise, Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland, pp. 119 - 126.

-Fox. E., (1975): A Simple, Accurate Technique for Predicting Maximal Aerobic Power, J. Appl. Phsiol., 35 (6): 914 - 916.

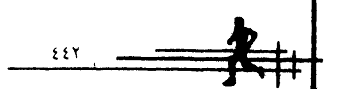
- Fox. E., and Others, (1993): The Phsiological Basis for Exercise and Sport, 5th. ed., WCB, Brown and Benchmark, Medison, Wisconsin, Dubuque, Iiow.

- Hamilton. R.A., (1974): Posture Improvement - Adapted Exercise Routines, Auburn, U.S.A. Cat, No. PX - 10, New York.

- Harris. A., (1978): Human Measurement, Heinemann Educational Books (HEB), London.

- Hassanein. M.S., and Others (1992): Physical and Physiological Profile of Bahrain Handball National Team, Sport Medicine, and Health - The Asian Perspective, Proceeding of The FIMS - 1992 - Hong kong, Center of Sports Medicine and Sports Science, The Chinese Uni. of Hong Kong.

- Hassanein. M.S., and Others (1991): Sport Motivation for Champion Handicapped in the Gulf Co-operation Council, World Congress, Collaboration Between Researchers and Practitioners in Physical Education, An International Dialogue, Atlanta (Georgia) January 4 - 7, 1991, p. 90 (Abstracts).



- Hassanein. M.S.. and Others (1990): Body Structure Evaluation and Its Relation to Records in the Second Gulf Co-operation Council Handicapped Championship, 1990 Beijing Asian Games Scientific Congress, Proceeding, Beijing (China), September 16 - 20, 1990, pp. 766 - 767.

- Heath. B.H., & Carter. J.E.L. (1967): A Modified Somatotype Method, American Journal of Physical Anthropology, 27,57 - 74.

- Hebbelinck. M., & Borms. J., (1978): Körperliches Wachstum und Leistungsfahigkeit bei Schulkindern, Johann Ambrosius Barth, Leipzig.

- Henderson, J., (1974): Planing High- Calorie Workouts, Runner's World, 9, pp. 24 - 25.

- Hermansen. L., & Saltin. B., (1969): Oxygen Uptake During Maximal Treadmill and Bicycle Exercise, J. Appl. Physiol., 26 (1): 31 - 37.

-Heyward. V. H., (1984): Designs for Fitnees - A Guide to Physical Fitness Appraisal and Exercise Prescription, Burgess Publishing Co., Minneapolis, Minnesota.

- Jensen. C. R., & Hirst. C. C., (1980): Measurement in Physical Education and Athletics, Macmillan Publishing Co., and Collier Macmillan Publishers, New York, London.

- Jonath. U., & Krempel. R.,. (1981): Konditionstraining- Training- Technik, Taktik, Rowohlt Taschenbuch Verlag Cmbth, Hamburg.

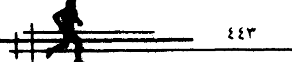
- Kalamen. J., (1968): Measurement of Maximum Muscular Power in Man, Doctoral Dissertation, The Ohio State University, Columbus, Ohio.

- Karpman. V. L., (1980): Sport Medicine, Fezkoltore E. Sport. Moscow. (مرجع روسي).

- Karpman. V. L., and Others., (1978): Heart and Physical Working Capacity of Sportsmen, Fezkoltora E. Sport. Moscow.(مرجع روسي)

- Katch. F. I., & McArdle. W. D., (1983): Natrition, Weight Control, and Exercise, 2nd. ed., LEA and Febiger, Philadelphia.

- Katch. V., & Weltman. A., (1979): Interrelation Between Anaerobic Power Output, Anaerobic Capacity and Aerobic Power, Ergonomics, 22, 325 - 332.



- Kirk. R. H., and Others, (1973): Personal Health in Ecologic Perspective, The C. V. Mosby Co., Saint Louis.
- Kirkendall. D. R. and Others, (1982): Measurement and Evaluation for Physical Education, 2nd. ed., Human Kinetics Publishers, Inc., Champaign, Illinois.
- Larson. L. A., & Michelman. H., (1973): International Guide to Fitness and Health, Grown Publishers, Inc. New York.
- Malina. R. M., & Bouchard. C., (1991): Growth, Maturation, and Physical Activity, Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.
- Margaria. R., and Others., (1966): Measurement of Muscular Power (anaerobic) in Man, J. Appl. Physiol. 21, 1662 - 1664.
- McArdle. W. D., and Others (1994): Essentials Exercise Physiology. 5th. ed., Lea & Febiger, Philadelphia.
- MacDougall. J., and Others, (1991): Physiological Testing of the High Performance Athlete, 2nd. ed., Human Kinetics Books, Champaign, Illinois.
- Mitchell. J., and Others, (1957): The Phsiological Meaning of the Maximal Oxygen in Take Test, J. Chin. Invest, 37: 538 - 547.
- Piscopo. J., & Baley. J. A., (1981): Kinesiology, The Science of Movement, John Wiley & Sons, Chichester, Brisbane, Toronto, New York.
- Prineas. R. J., and Others. (1982): The Minnesota Code Manual of Electrocardiographic Findings, Jhon Wright, PSG Inc., Boston, Bristd, London.
- Russell. G. K., (1978): Laboratry Investigations in Human Physiology, Macmillan Pablishing Co., Inc., New York.
-Saltin. B., & Strand. P., (1967): Maximal Oxygen Uptake in Athlets, J. Appl. Physiol. 23: 353 - 358.
- Sheldon. W. H., (with the collaboration of C. W. Dupertuic and E. McDermott) (1954): Atlas of Men, Harper and Brothers, New York.
- Sloan. A. W., & Weir. J. B., (1970): Nomograms for Prediction of Body Density and Total Body Fat from Skinfold Measurements, J. Appl. physiol, Vol. 28, No. 2. February. pp. 221 - 222.

- Starr. L., (1954): Studies on the Relation Between Pluse Pressure and Cardiac Stroke Volum Leading to Clinical Method of Estmating Cardiac Output from Blood Pressure and Age. Circulation, V. G., p 648.

- Stepnicka. J., (1986): Somatotype in Relation to Physical Performance, Sports and Body Posture, in Kinanthropometry, 111, ed., T. Reilly, J. Watkins & J. Borms. London, Spon, pp. 39 - 52.

- Stepnicka. J., (1974): Typology of Sportsmen, Acta Universitatis Carolinae. Gymnica, 1, 67 - 90.

- Tanner. J. M., (1964): The Phsique of the Olympic Athlete, George Allen and Unwin, ltd., London.

- Webster Comprehensive Dictionary (1993).

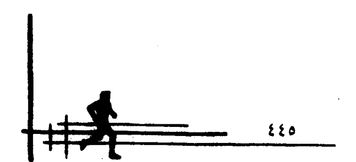
- Wells. K. F., (1963): Posture Exercise Handbook, A Progressive Sequence Approach, The Ronald Press Co., New York.

- Wells. K. F., & Luttgnes. K., (1976): Kinesiology, 6th. ed., W. B. Saunders Co., Philadelphia, London, Toronto.

- Wilmore. J. H., (1976): Athletic Training and Physical Fitness, Physiological Principles and Practices of the Conditioning Process, Allyn and Bacon, Inc., Boston, London, Sydney.

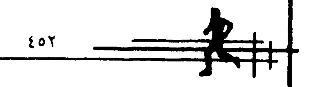
- Wilmore, J. H., & Costill. D. L., (1994): Physiology of Sport and Exercise, Human Kinetics, Champaign, Illinois.

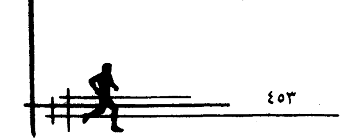
- Zavyalov. A. I., (1978): Guidelines Table for Estimation of Stroke Volume, "Physical Culture", No. 8. pp. 62 - 65.



قائمة جداول الكتاب

قائمة أشكال الكتاب





دار المناهل للطباعة
٧ ش يوسف البنداري ـ أرض اللواء
بولاق الدكرور

رقم الإيداع	١٩٩٦/٨١٧٤
الترقيم الدولى I-S-B-N	977-10-0888-9